



UNIVERSITY OF ILLINOIS
LIBRARY

Class

605

Book

GE

Volume

45

Je 06-10M

LE
GÉNIE CIVIL

COMITÉ SUPÉRIEUR DE RÉDACTION

DU GÉNIE CIVIL

MM.

- L. BACLÉ**, , Ingénieur civil des Mines, ancien élève de l'École Polytechnique.
- F.-D. BARBIER**, O. , Ingénieur, Constructeur de phares.
- Georges BERGER**, G.-O. , Membre de l'Institut, ancien Directeur général de l'exploitation de l'Exposition universelle de 1889, Président honoraire de la Société internationale des Électriciens.
- R. BISCHOFFSHEIM**, , Ingénieur civil, Membre de l'Institut.
- BIVER**, , Ingénieur, Administrateur de la Compagnie de Saint-Gobain, Chauny et Cirey.
- P. BODIN**, , Ingénieur, Professeur du cours de Construction de machines à l'École Centrale, ancien Président de la Société des Ingénieurs civils de France.
- A. BONNET**, , Ingénieur en chef des Ponts et Chaussées, Sous-Directeur des Chemins de fer de l'Ouest, Professeur du cours d'Architecture à l'École des Ponts et Chaussées.
- BOURDAIS**, O. , Architecte du Palais du Trocadéro, ancien Vice-Président de la Société des Ingénieurs civils de France.
- Ch. BOURDON**, O. , Ingénieur, Professeur du cours de Machines à vapeur à l'École Centrale.
- G. du BOUSQUET**, O. , Ingénieur en chef du matériel et de la traction du Chemin de fer du Nord, ancien Président de la Société des Ingénieurs civils de France.
- BOUTILLIER**, O. , Inspecteur général des Ponts et Chaussées en retraite, Professeur du cours de Travaux publics à l'École Centrale, ancien Professeur à l'École des Ponts et Chaussées.
- G. BRESSON**, Ingénieur civil des Mines.
- P. BUQUET**, O. , Directeur de l'École Centrale des Arts et Manufactures, ancien Président de la Société des Ingénieurs civils de France et de l'Association amicale des anciens élèves de l'École Centrale.
- E. CACHEUX**, , Président honoraire de la Société française d'hygiène.
- CAUVET**, C. , ancien Directeur de l'École Centrale des Arts et Manufactures.
- H. COURIOT**, , Ingénieur, Professeur du cours d'Exploitation des mines à l'École Centrale, Président de la Société des Ingénieurs civils de France.
- Marcel DEPREZ**, O. , Membre de l'Institut, Professeur au Collège de France et au Conservatoire des Arts et Métiers.
- A. DOUMERC**, , Ingénieur civil.
- Alfred EVRARD**, , ancien Directeur général de la Compagnie des forges de Châtillon et Commentry.
- Joseph FARCOT**, O. , Ingénieur-Constructeur, ancien Président de la Société des Ingénieurs civils de France.
- A. FICHET**, Ingénieur civil.
- J. FLEURY**, , Ingénieur civil, ancien Vice-Président de la Société des Ingénieurs civils de France.
- G. FORESTIER**, O. , Inspecteur général des Ponts et Chaussées en retraite, ancien Professeur à l'École des Ponts et Chaussées.

MM.

- G. FRIBOURG**, O. , Inspecteur général des Postes et Télégraphes en retraite.
- J. GROUVELLE**, , Ingénieur, Professeur du cours de Physique industrielle à l'École Centrale.
- HUDELO**, , Ingénieur civil, Membre de la Commission des logements insalubres.
- Joseph IMBS**, , Ingénieur, Professeur du cours de Filature et de Tissage au Conservatoire des Arts et Métiers.
- JACQUEMART**, O. , Ingénieur civil des Mines, Inspecteur général des Écoles d'Arts et Métiers et de l'Enseignement technique.
- LAUTH**, O. , Directeur de l'École de physique et de chimie de la Ville de Paris, Administrateur honoraire de la Manufacture nationale de porcelaine de Sèvres.
- H. LÉAUTÉ**, O. , Membre de l'Institut, Ingénieur des Manufactures de l'État, Professeur à l'École Polytechnique.
- LEVASSEUR**, C. , Membre de l'Institut, Professeur au Collège de France et au Conservatoire des Arts et Métiers.
- LE VERRIER**, , Ingénieur en chef des Mines, Professeur au Conservatoire des Arts et Métiers.
- Maurice LÉVY**, O. , Membre de l'Institut, Inspecteur général des Ponts et Chaussées, Professeur du cours de Mécanique appliquée à l'École Centrale, Professeur au Collège de France.
- Ed. LIPPMANN**, , Ingénieur civil, ancien Répétiteur à l'École Centrale, ancien Président de la Société des Ingénieurs civils de France.
- A. LOREAU**, , Manufacturier, ancien Président de la Société des Ingénieurs civils de France, Régent de la Banque de France.
- NIVOIT**, O. , Inspecteur général des Mines, Professeur du cours de Géologie et de Minéralogie à l'École des Ponts et Chaussées.
- Michel PELLETIER**, O. , Avocat à la Cour d'appel de Paris, Professeur du cours de Législation industrielle à l'École Centrale.
- S. PÉRISSE**, O. , Ingénieur civil, Président honoraire de l'Association des Industriels de France contre les accidents du travail.
- Al. POURCEL**, ancien Directeur technique des Hauts Fourneaux et Aciéries de Terrenoire, des Forges et Aciéries de Bilbao, et des Aciéries de Port-Clarence.
- RICHEMOND**, C. , Administrateur de la Société centrale de construction de machines de Pantin, ancien Président du Tribunal de Commerce de la Seine, Régent de la Banque de France.
- G. RICHOU**, , Ingénieur civil.
- RISLER**, C. , Directeur honoraire de l'Institut national agronomique.
- T. SEYRIG**, Ingénieur-Constructeur.
- Émile TRÉLAT**, O. , Directeur de l'École spéciale d'Architecture, ancien Président de la Société des Ingénieurs civils de France.
- F. VALTON**, , Ingénieur civil.
- Camille VINCENT**, , Ingénieur civil, Lauréat de l'Institut, Professeur du cours de Chimie industrielle à l'École Centrale.

Ch. TALANSIER, Ingénieur des Arts et Manufactures, Administrateur-Délégué du *Génie Civil*.

Rédacteur en chef : **A. DUMAS**, Ingénieur des Arts et Manufactures.

AVIS DIVERS

La reproduction des articles et des dessins publiés dans le *Génie Civil* est interdite, sauf entente avec l'Administrateur de la Revue.
 Les manuscrits non insérés ne sont pas rendus.
 Les demandes de changement d'adresse doivent être accompagnées d'une bande-adresse du Journal et d'une somme de 50 centimes.
 En cas de départ pour la province ou l'étranger, joindre aux frais de changement de bandes la différence du prix d'abonnement.
 Les 45 volumes déjà parus sont en vente aux bureaux du Journal, ainsi que la II^e Table Générale des Matières (tomes XXI à XL). Celle des 20 premiers Volumes est épuisée.

Toutes les lettres et communications doivent être adressées

à M. Ch. TALANSIER, Administrateur-Délégué du *Génie Civil*,
 6, rue de la Chaussée-d'Antin, à Paris.

936
4
nov 9

LE GÉNIE CIVIL

REVUE GÉNÉRALE HEBDOMADAIRE DES INDUSTRIES FRANÇAISES ET ÉTRANGÈRES

INDUSTRIE — TRAVAUX PUBLICS — AGRICULTURE — ARCHITECTURE — HYGIÈNE
ÉCONOMIE POLITIQUE — SCIENCES — ARTS

Récompenses aux Expositions d'Électricité (Paris 1881),
d'Amsterdam (1883), de Nice (1884), d'Anvers (1885), de Barcelone (1888), de Lyon (1894), d'Anvers (1894),
Diplômes d'Honneur aux Expositions de Bordeaux (1895) et de Bruxelles (1897).

MÉDAILLE D'OR A L'EXPOSITION UNIVERSELLE DE 1889

HORS CONCOURS A L'EXPOSITION UNIVERSELLE DE 1900

VINGT-QUATRIÈME ANNÉE — TOME XLV

DEUXIÈME SEMESTRE 1904

ADMINISTRATION & RÉDACTION

6, rue de la Chaussée-d'Antin, 6 *m*

PARIS (9^e)



Digitized by the Internet Archive
in 2014

<https://archive.org/details/geniecivil4519unse>

LE GÉNIE CIVIL

REVUE GÉNÉRALE HEBDOMADAIRE DES INDUSTRIES FRANÇAISES ET ÉTRANGÈRES

Prix de l'abonnement par an. — Paris : 36 francs; — Départements : 38 francs; — Étranger et Colonies : 45 francs. — Le numéro : 1 franc.

Administration et Rédaction : 6, rue de la Chaussée-d'Antin, Paris.

SOMMAIRE. — **Chemins de fer** : Le chemin de fer transsibérien (*planche I*), p. 1; E. LEMAIRE. — **Métallurgie** : Recherches sur les aciers au tungstène, p. 7; Léon GUILLET. — **Physique industrielle** : Appareils à sextuple effet pour la production économique de l'eau distillée à Souakim (Égypte), p. 9; P. RAULIN. — **Mines** : Effets du froid et de la gelée sur les explosifs industriels en usage dans les exploitations minières, p. 11; H. SCHMERBER. — **Variétés** : Appareil pour l'essai des injecteurs, p. 12; — Conduite en béton

armé pour l'alimentation en eau de Jersey-City (États-Unis), p. 13; — Chariot pour le transport des induits, p. 13.

SOCIÉTÉS SAVANTES ET INDUSTRIELLES : Société des Ingénieurs civils (15 avril 1904), p. 14; — Académie des Sciences (25 avril 1904), p. 14. — BIBLIOGRAPHIE : Revue des principales publications techniques, p. 15; — Ouvrages récemment parus, p. 16.

Planche I : Matériel des trains directs du Transsibérien.

CHEMINS DE FER

LE CHEMIN DE FER TRANSSIBÉRIEN

(*Planche I.*)

HISTORIQUE. — Le chemin de fer transsibérien et son prolongement oriental, le transmandchourien, ne forment pas un tout homogène, résultat d'une conception unique. Les différentes parties de la ligne ont été construites différemment et pour répondre, semble-t-il, à des

cement des travaux dans les différentes parties de la ligne transsibérienne au moment où ils s'accomplissaient (1). Nous croyons cependant utile, avant de décrire le matériel qui est employé sur le transsibérien, de montrer en un historique rapide comment les différents tronçons ont fini par constituer un tout en apparence homogène.

Les Russes ont construit leur première voie ferrée en Asie en vue de donner satisfaction à certains intérêts économiques : il s'agissait simplement de mettre en valeur les richesses minérales considérables qui sont à l'est des Monts Ourals. En 1878 s'ouvrait la ligne qui s'étendit rapidement de Perm, sur le Volga, à Tiourmen sur un affluent



FIG. 1. — CHEMIN DE FER TRANSSIBÉRIEN : Vue du port de Dalny, pendant la construction.

besoins différents. Elle n'en constitue pas moins, avec son raccordement à l'ouest aux voies des réseaux européens, à l'est à la ligne de Pékin, une voie transcontinentale de première importance, formant un tout auquel conviendrait assez exactement la dénomination de *transasiatique* qui lui a déjà été donnée. Cette ligne est appelée à jouer dans l'avenir un rôle économique considérable comme voie internationale pour le transport des voyageurs venant de l'Europe et à destination non seulement de l'Extrême-Orient, mais aussi de l'Australie.

Le *Génie Civil* a étudié, dans une série d'articles, les modifications de tracé, les transformations, les phases de la construction et l'avancement

de l'Obi et qui, reliant les bassins de ces deux fleuves à la région minière, permettait d'exporter économiquement les produits extraits par ces admirables voies fluviales. Ce fut le premier transsibérien destiné, comme on le verra plus loin, à devenir la véritable amorce de la ligne la plus directe entre Saint-Petersbourg et la Sibérie.

La construction du deuxième transsibérien ne fut commencée qu'en 1880, lorsque la ligne allant de Moscou vers l'est eut franchi le Volga; c'est cette ligne qui constitue l'amorce européenne du transsibérien.

(1) Voir le *Génie Civil*, t. XXIX, n° 9, p. 435; t. XXXI, n° 13, p. 493; n° 15, p. 225, et n° 20, p. 308; t. XXXIV, n° 1, p. 46, et n° 12, p. 177.

On ne se proposait guère, à cette époque, que de réunir à la Russie les riches provinces culturelles de la Sibérie occidentale.

Néanmoins, les travaux de la ligne furent assez peu actifs tant que l'idée d'un mouvement d'expansion vers la Chine n'eut pas pris corps.

La construction d'un transsibérien fut alors décidée, et, le 19 mai 1891, le czar actuel, alors czarévitch, inaugurait les travaux par la pose de la première traverse à Vladivostok. De ce point terminus, la ligne (construite simultanément en cinq points différents) devait se diriger vers l'ouest, vers la partie prolongée du deuxième transsibérien.

Le but était ici très nettement politique, car il n'y avait pas nécessité pressante de construire une voie dans la Transbaïkalie. Cette région est, sans doute, remarquablement riche au point de vue minéral, mais, même encore actuellement, elle est très mal exploitée, presque inhabitée et, en somme, extrêmement pauvre; elle est d'ailleurs admirablement arrosée par le puissant système fluvial que forment l'Amour et ses nombreux affluents, système largement suffisant pour subvenir d'ici longtemps au drainage de tous les produits que cette région pourra exporter. Nicolaïevsk, port à l'embouchure de l'Amour, aurait dû logiquement prendre, comme terminus commercial de la ligne, la place de Vladivostok, port sans valeur sur une côte inhospitalière. Mais ici se dessine déjà cette unité de vues qu'on retrouve à la base de toutes les tergiversations par lesquelles a passé la grande voie transcontinentale.

de l'Est-Chinois. Cette partie de la ligne a été construite avec tout le soin désirable et avec des capitaux qui ont été fournis par la Banque Russo-Chinoise. Cette société, constituée sur des bases analogues à celles des Compagnies coloniales à charte, se présentait au moment de sa création (10 décembre 1895) sous les apparences d'une Société civile absolument privée; depuis, l'expérience et le rôle politique considérable qu'elle a joué en Mandchourie, ont prouvé qu'elle n'était que le prête-nom du Gouvernement russe désireux de ne pas paraître s'engager directement, mais qu'elle était subventionnée par lui, agissant pour son compte, dans son intérêt et d'après ses ordres. Malgré son titre, en fait elle n'a que des actionnaires russes, et le czar actuel détient la presque totalité des actions.

Le 27 août 1896, la Banque Russo-Chinoise signait avec le Gouvernement chinois un traité par lequel celui-ci lui accordait la concession d'un chemin de fer. Ce chemin de fer devait traverser le nord de la Mandchourie, de l'ouest à l'est, presque en ligne droite de Tchita, chef-lieu de la Transbaïkalie, et Vladivostok; l'entreprise, aux termes du contrat, « devait constituer un placement avantageux pour les capitaux disponibles de la Société et allait ainsi contribuer au développement économique de la Mandchourie ».

Or la partie septentrionale de la Mandchourie est extrêmement pauvre; on y avait tout au plus signalé quelques mines d'or, et quant au bénéfice pécuniaire que pouvait donner l'entreprise, il était et il

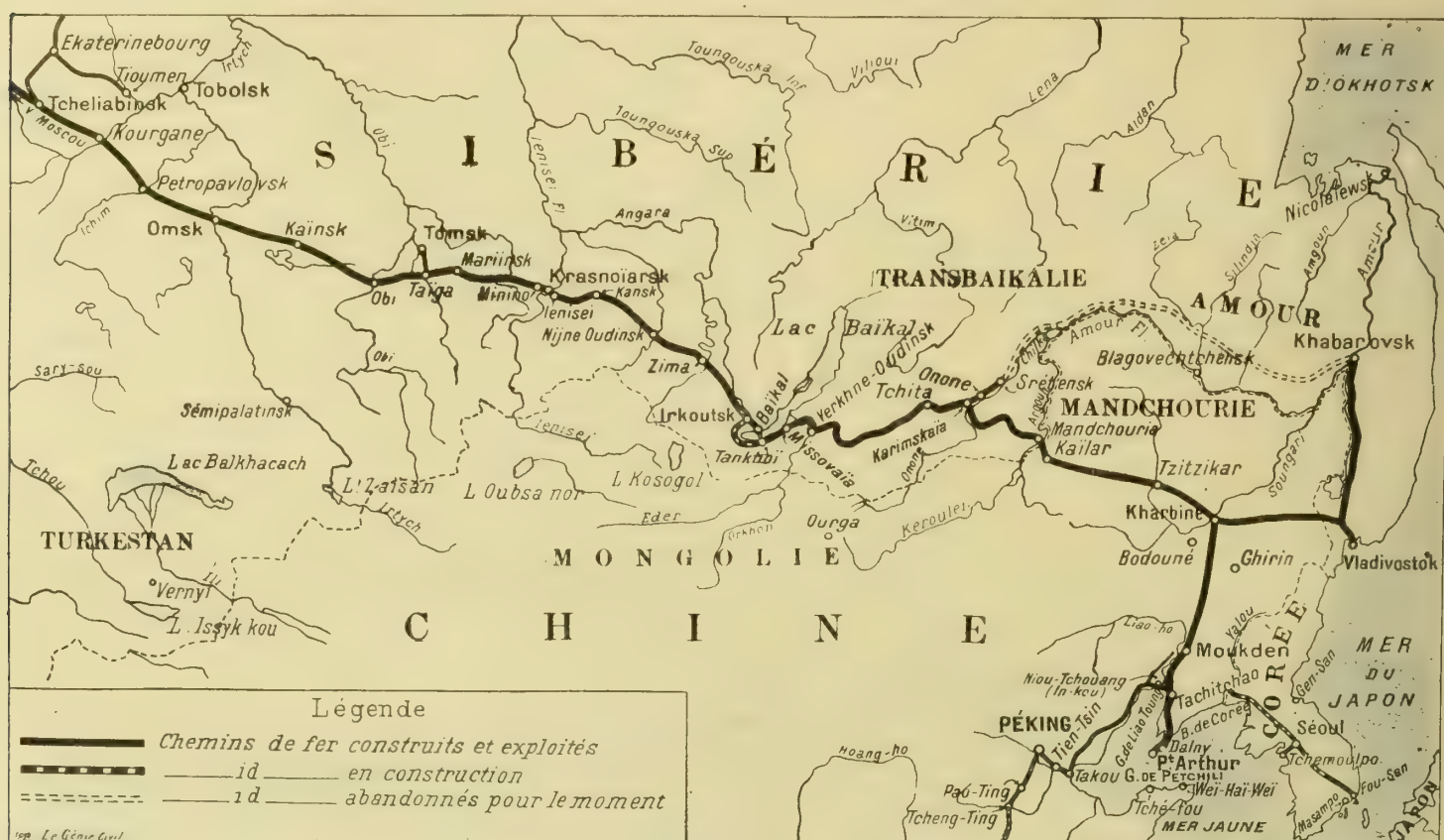


FIG. 2. — Carte du chemin de fer transsibérien.

La Chine était encore un objectif lointain et auquel on songeait peu sans doute, mais Vladivostok était situé plus au sud que Nicolaïevsk; c'était un de ces « ports en mer chaude » dont l'acquisition est poursuivie avec une si remarquable opiniâtreté par les Russes depuis l'époque où, pour la première fois, Pierre le Grand montrait que cette acquisition était une nécessité absolue pour le développement de la puissance russe, ensermée au nord par une barrière de glaces. Comme on le sait, chaque fois que les Russes ont pu, en Europe ou ailleurs, trouver l'occasion d'agrandir leurs territoires vers le sud, ils l'ont fait; souvent même ils ont su créer les occasions, et ceci explique comment le tracé de la voie a dû s'adapter à cette nécessité.

On sait, par les études que le *Génie Civil* a déjà publiées (1), que les premières portions, forcément construites par l'État et avec des ressources financières très limitées à un moment où la Russie n'avait encore fait que peu d'emprunts extérieurs, laissent beaucoup à désirer au point de vue technique, notamment en ce qui concerne la stabilité de la plate-forme. La voie devra être consolidée dans la suite, recevoir des rails plus lourds que ceux qui sont actuellement en usage, et même être dédoublée, si l'on veut augmenter la vitesse commerciale et faire vraiment du transsibérien la voie internationale de transit rapide qu'il est appelé à devenir.

Il n'en est pas de même du chemin de fer transmandchourien ou

est encore plus qu'aléatoire, si l'on songe aux capitaux en apparence limités de la Société et aux charges écrasantes qui lui incombent. La vérité est qu'au commencement de 1896 la partie orientale du transsibérien qui longe l'Oussouri et qui va de Vladivostok à Khabarovsk au confluent de l'Amour était achevée; le Gouvernement russe s'était déjà depuis longtemps rendu compte des difficultés techniques considérables que présenterait le prolongement de la ligne projetée primitivement vers l'ouest par la vallée de l'Amour et aussi, sans doute, du peu d'avenir commercial de cette voie si bien concurrencée par le fleuve; on avait donc jugé prudent de différer la construction de cette ligne et de la remplacer par le transmandchourien septentrional. Dès la fin de 1896, l'occupation militaire, non seulement des abords de la ligne future, mais aussi de presque toute la Mandchourie, était un fait accompli. En même temps, encouragée par le succès, la Banque Russo-Chinoise engageait de nouveaux pourparlers avec la Chine et se faisait céder à bail pour une durée de vingt-cinq ans la presqu'île de Liao-Toung (27 mars 1898) avec Port-Arthur. Il est à remarquer que cette cession était faite « pour récompenser les bons offices de la Russie » qui, lors du traité de Simonoséki (1895) mettant fin à la guerre sino-japonaise, avait conservé à la Chine cette même presqu'île de Liao-Toung que le Japon avait conquise par ses armes et espérait recueillir et conserver comme le fruit naturel de sa victoire.

Ce nouvel acte politique fut-il la cause ou l'effet? il n'en reste pas moins que Vladivostok, le but prétendu, ayant été atteint, on changea

(1) Voir le *Génie Civil*, t. XXXVIII, n° 7, p. 401, et n° 8, p. 417.

MATÉRIEL ROULANT DES TRA

Ech

Voitures de l'État Russe

Fig.1. Fourgon

18,28

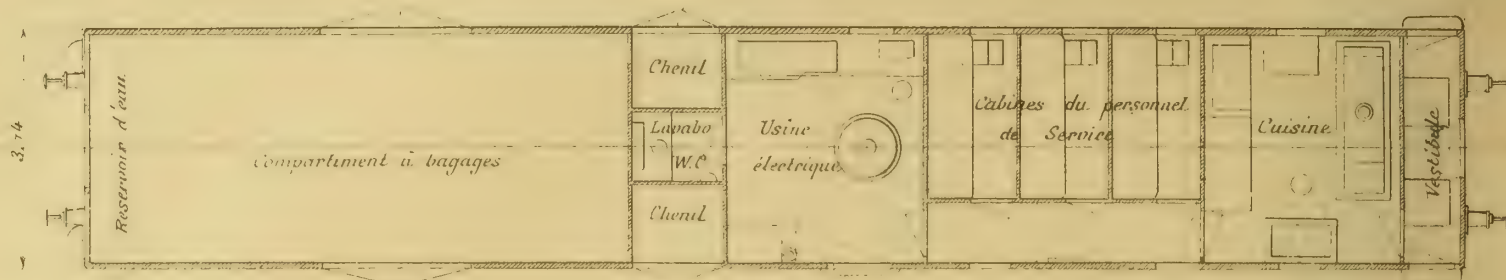
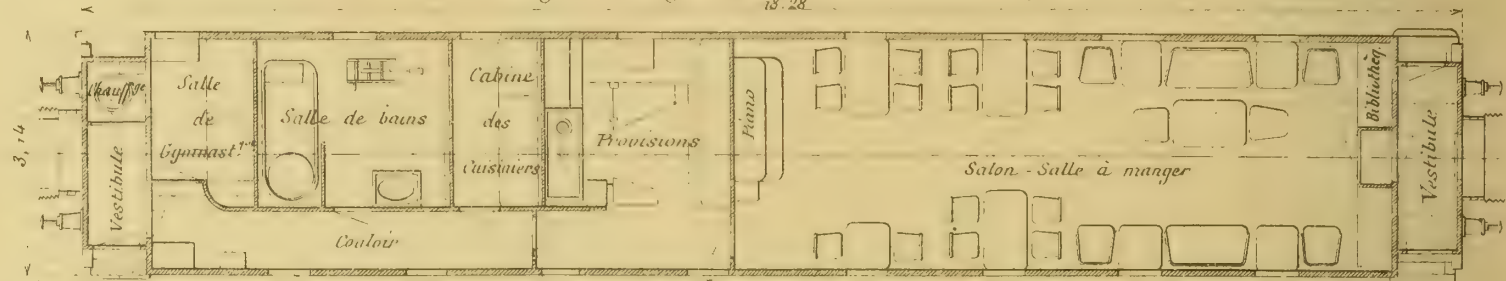
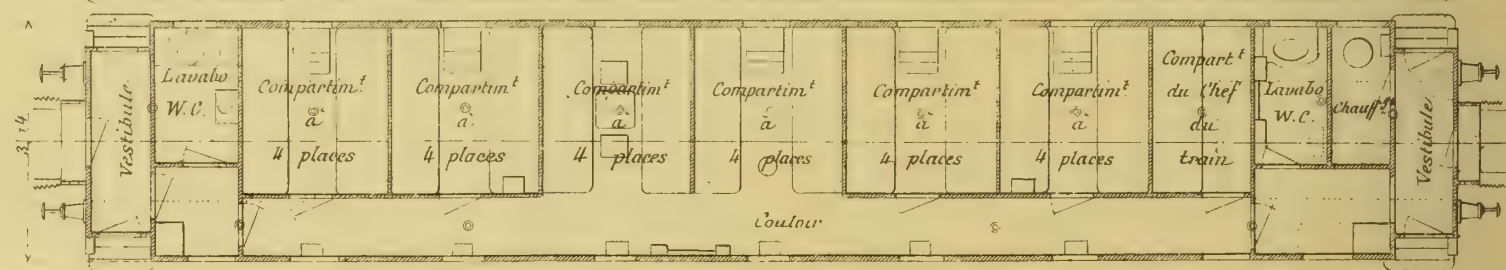


Fig.2. Wagon Salon Salle à manger

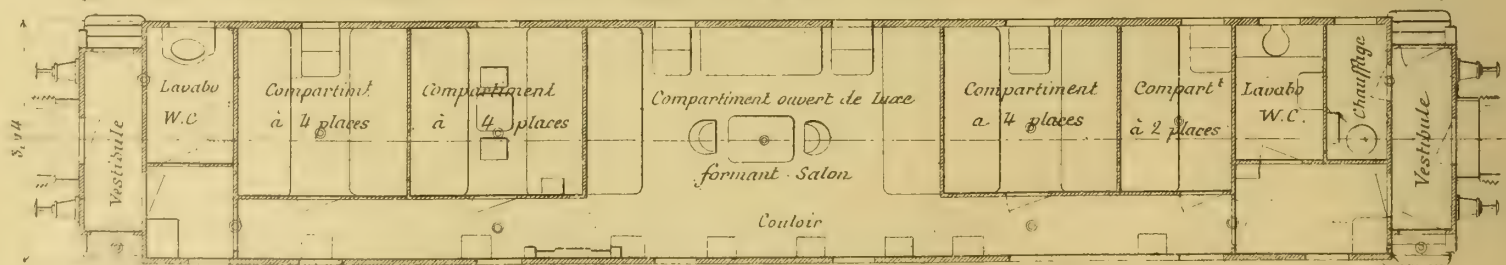
18,28

Fig.3. Wagon lits de 2^e Classe

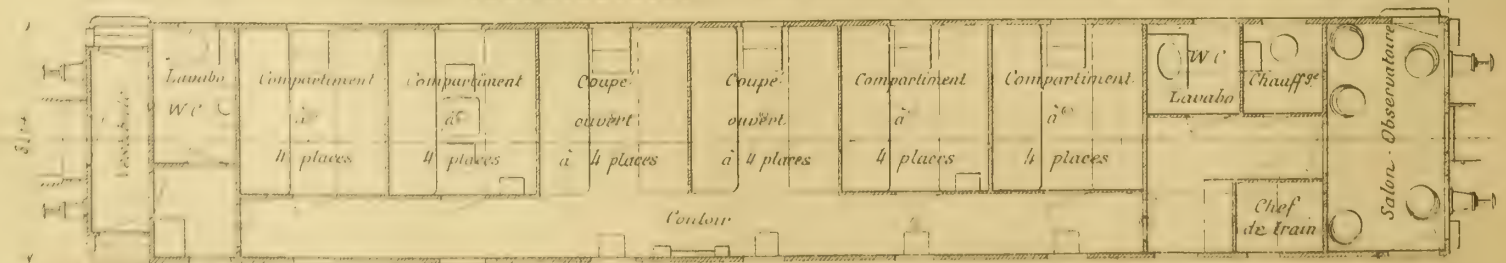
18,28

Fig.4. Wagon-lits de 1^{re} Classe

18,28

Fig.5. Wagon lits de 2^e Classe

18,28



IS DIRECTS DU TRANSSIBÉRIEN

de 1/100^e

Voitures de la C^{ie} Int^{le} des Wagon-Lits

Fig. 6. Vue longitudinale du Wagon-lits Salon

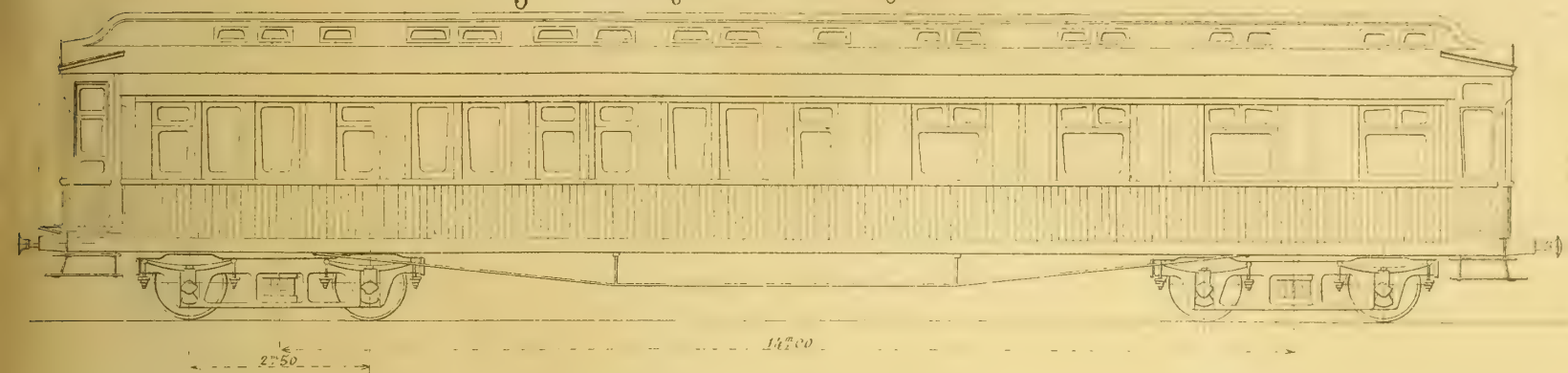


Fig. 7. Wagon-lits - Salon

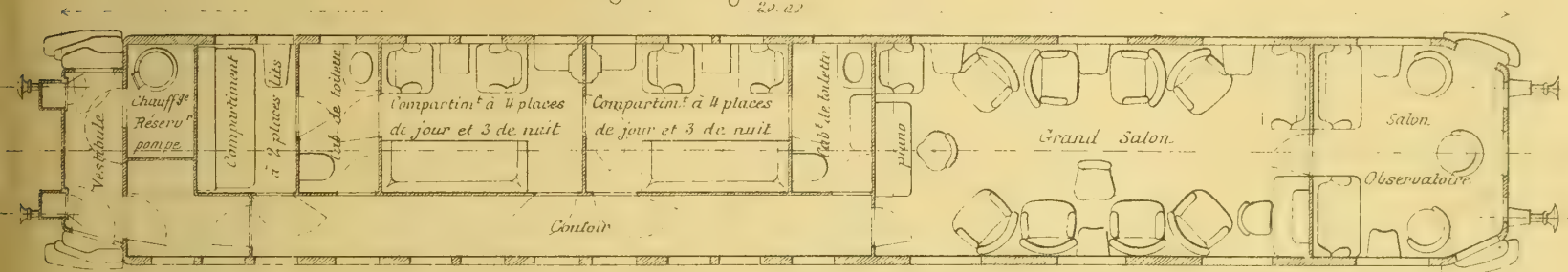


Fig. 8. Wagon-Restaurant

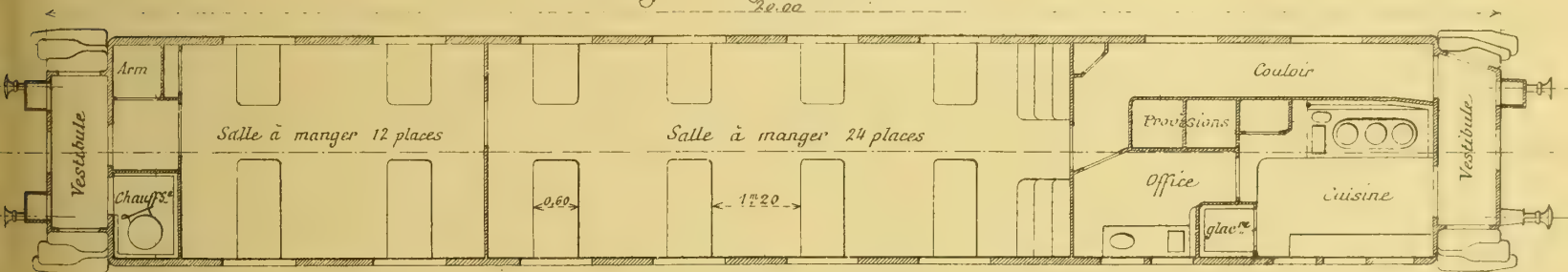


Fig. 9. Wagon-lits

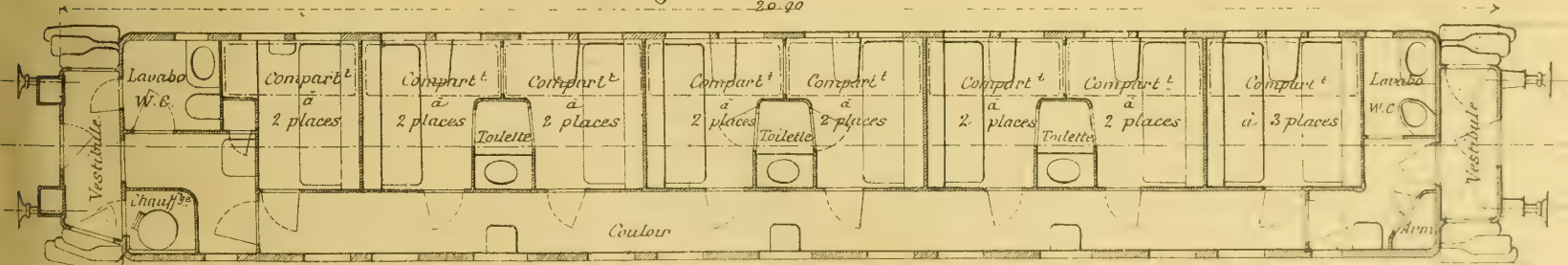
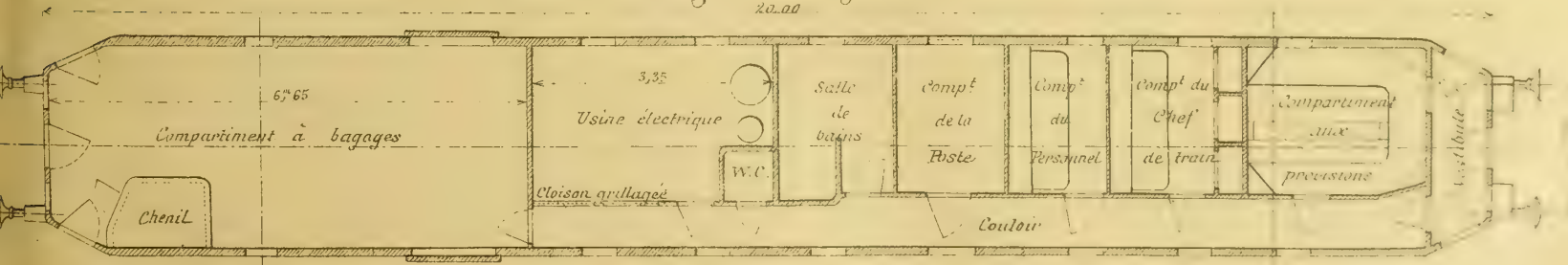


Fig. 10. Fourgon.



d'objectif et on construisit à Kharbine l'embranchement méridional mandchourien ayant pour terminus Port-Arthur. La ligne fut terminée jusqu'à Port-Arthur en 1902.

DESCRIPTION DE LA LIGNE ET DE SES EMBRANCHEMENTS. — Il résulte, de tout ce qui précède, que, dans son ensemble, la ligne transasiatique constituant ce qu'on est convenu d'appeler le transsibérien se compose (fig. 2), de deux parties distinctes :

1° Une partie occidentale commençant à Tchéliabinsk, prolongement de la ligne de Saint-Petersbourg à l'Oural par Moscou et Toulâ. Cette partie se termine à Karimskaïa sur la Chilka, et constitue le transsibérien proprement dit. Cette ligne est, actuellement encore, interrompue par la lacune du Baïkal qui doit être traversé en traîneaux l'hiver et en ferry-boat pendant la belle saison, mais le chemin de fer circumbaïkalien, devant réunir les deux rives du lac, sera très probablement terminé cette année (1) ;

2° A Karimskaïa commence le transmandchourien ou Est-Chinois, allant à Kharbine où il se bifurque pour aller d'une part à Vladivostok, retrouvant le tronçon oriental inachevé de l'ancien transsibérien, d'autre part à Dalny et à Port-Arthur.

A Tchéliabinsk la voie se raccorde avec le premier transsibérien qui sera prolongé par Viatka et Vologda pour permettre d'aller directement à Saint-Petersbourg par un chemin plus court sans passer par Moscou.

à vingt et un jours. En supprimant les lacunes qui ont été indiquées, et en augmentant la vitesse des trains transsibériens (1), on compte que, dans un avenir peu éloigné, cette durée sera réduite à quinze jours. Elle se ramènerait à dix jours si les trains transsibériens pouvaient marcher à la même vitesse que les rapides européens.

Organisation des trains directs sur le chemin de fer transsibérien. — Tant que les différentes parties de la ligne n'ont pas été réunies en un tout, les tronçons isolés ont été exploités avec le matériel ordinaire du réseau européen de l'État russe. Ce matériel, destiné surtout à transporter des émigrants, s'est montré de suite tout à fait insuffisant en quantité : il ne se passait guère de jours sans qu'on fût obligé de laisser des voyageurs de 2^e et 3^e classes, faute de place ; comme ce matériel était d'ailleurs le « laissé pour compte » des voies européennes, les voitures de voyageurs, quoique confortables et de très larges proportions, ainsi que tout le matériel russe, laissaient beaucoup à désirer sous le rapport de la propreté, même en 1^{re} classe.

Le « Comité du chemin de fer sibérien », dont le czar a tenu à conserver la présidence après son avènement, a compris que le succès de la ligne comme voie transcontinentale (seule utilisation qui ait chance de laisser quelque bénéfice pécuniaire) ne pouvait être atteint que si l'on fournissait aux voyageurs non seulement un grand confort, mais même un luxe et mille petites commodités qui sembleraient peut-être



FIG. 3. — CHEMIN DE FER TRANSSIBÉRIEN : Vue de la rade de Port-Arthur.

Tel qu'il est actuellement, ce premier embranchement permet d'exporter par le port d'Arkhangelsk, qui a été aménagé à cet effet, une partie des produits agricoles provenant de la Sibérie occidentale.

A Karimskaïa, non loin de Tchita, un embranchement se détache du transsibérien et se dirige vers Stretensk, sur la Chilka, point où commence la navigation des bateaux à vapeur faisant le service sur l'Amour et ses affluents pendant sept à huit mois de l'année.

En relation avec le transsibérien on peut considérer : 1° le service que faisaient avant la guerre les navires prenant les voyageurs à la descente du train à Dalny et les conduisant à Changhaï et à Nagasaki, et qui sera repris dès que les hostilités auront pris fin ; 2° la correspondance avec la ligne de Pékin par Tien-Tsin, pour laquelle les voyageurs doivent changer de train à Tachitchao, station située un peu avant Dalny, puis à Niou-Tchouang, où se trouvent les stations d'Inkou-Russe et d'Inkou-Chinois. Entre ces deux stations se trouve la rivière Liao-Ho qu'il faut traverser en chaloupe à vapeur en été, ou sur la glace en traîneau pendant l'hiver.

La durée du trajet de Saint-Petersbourg à Dalny est actuellement de quatorze jours. Il faut compter, en outre, trente-six heures pour aller à Pékin, les trains ne circulant pas la nuit sur la ligne de Pékin, ce qui met la durée du trajet Paris-Pékin, par Varsovie-Moscou,

des futilités sur une autre ligne, mais qui, ici, en raison du long parcours, de la monotonie des pays traversés et de la rigueur du climat, semblent une nécessité impérieuse. La claustration presque absolue durant deux semaines pendant les jours d'hiver, et la chaleur torride pendant certains jours d'été, exigeaient en outre des dispositions spéciales dans l'aménagement : chauffage et aération faciles, nettoyage aisé et désinfection complète de tout le matériel, accessoires compris, après chaque voyage.

Ces nécessités ont conduit à l'adoption, pour les trains directs transsibériens, de voitures à voyageurs d'un type assez nouveau.

Dès 1898, avant même que les trains ne pussent aller jusqu'à Moscou, deux matériels étaient en concurrence, celui de l'État russe et celui de la Compagnie Internationale des Wagons-Lits. Le matériel de l'État russe est celui que nous décrivons plus loin, celui des Wagons-Lits était le matériel ordinaire de la Compagnie qui faisait déjà le service sur le réseau russe européen : ses voitures étaient à peine différentes de celles qui circulent sur les autres réseaux européens ; elles avaient seulement des bogies plus larges à cause du grand écartement de la voie russe (1^m 59).

Les trains directs de l'un ou de l'autre matériel allant jusqu'à

(1) Déjà, le 29 février dernier, un premier tronçon du circumbaïkalien a été mis en service de Tankhoï à Missovaïa, abrégant de moitié la traversée du Baïkal qui se faisait auparavant de Baïkal à Missovaïa (75 kilom.), et qui se fait maintenant de Baïkal à Tankhoï (38 kilom.).

(1) Le modèle de rail adopté pour le transsibérien ne permet pas de dépasser une vitesse de 27 kilom. à l'heure ; le remplacement de ce rail par un rail plus lourd, a, d'ailleurs, déjà été commencé en plusieurs points. La voie de l'Est-Chinois est meilleure et permettrait d'atteindre 30 kilom. ; en pratique et dans les cas les plus favorables elle n'a jamais atteint 40 kilomètres.

Irkoutsk, n'ont été créés qu'en 1900. Avant la déclaration de guerre entre la Russie et le Japon, il y avait en moyenne un départ de Moscou pour Irkoutsk tous les deux jours, mais un train sur deux seulement allait jusqu'à Dalny et Port-Arthur. Pour cinq trains de l'État russe, on comptait deux trains de la Compagnie Internationale; le matériel russe s'arrêtait à Mandchouria, pour faire place au matériel de l'Est-Chinois; celui des Wagons-Lits ne circulait que jusqu'à Irkoutsk. L'horaire était établi deux ou trois mois à l'avance.

Au 1^{er} juin prochain, la Compagnie des Wagons-Lits comptait mettre en service, sur tout le réseau, un matériel spécial et entièrement nouveau, que nous décrivons plus loin, et qui aurait circulé de Varsovie à Port-Arthur sans transbordement à la frontière russo-mandchourienne. Ce matériel est prêt et fonctionnera dès que la guerre russo-japonaise sera terminée; disons de suite que les nouvelles voitures se distinguent des anciennes, non seulement par les détails particuliers que nous indiquons et qui ont été reconnus indispensables, mais aussi par une largeur beaucoup plus grande des caisses, et un confort que les voyageurs étrangers trouveront probablement supérieur quant aux aises, à celui des voitures russes. La Compagnie avait pris ses dispositions pour que, dans l'avenir, elle pût lancer deux transsibériens de luxe par semaine, puis trois ou quatre dans la suite. Actuellement, malgré l'état de guerre, les trains directs circulent encore jusqu'à Irkoutsk.

La traction sur le transsibérien se fait par des locomotives de divers modèles; à l'ouest du Baïkal le chauffage est au charbon et, sauf une

elles s'ajustent au moyen de parties saillantes formant des amorces de couloirs qui sont réunies par un soufflet entièrement démontable, de longueur extrêmement réduite. Ce soufflet, qui est en cuir doublé de drap, se boutonne sur tout son pourtour, et les joints sont protégés contre les rentrées de neige par une sorte de capote démontable. Ces dispositions donneraient, paraît-il, la possibilité de circuler très facilement d'un wagon à l'autre pendant les plus froides journées d'hiver, sans avoir besoin de se couvrir. Il ne semble pas, cependant, qu'un pareil système soit d'une étanchéité parfaite.

Caisse. — Les cloisons extérieures sont formées d'un double voligeage en pin (intérieur et extérieur), chacun d'une épaisseur de 12 millimètres, avec un vide de 66 millimètres. Les panneaux sont tapissés de feuilles de carton-liège, et, à l'extérieur, d'une feuille de tôle; à l'intérieur, de feutre.

Le plancher est double, avec un vide de 60 millimètres; les joints parallèles des deux voligeages sont placés dans deux directions rectangulaires; le plancher inférieur est revêtu, extérieurement et intérieurement, de carton-liège et de feutre, destinés à amortir le bruit du roulement. Le plancher supérieur est recouvert de feutre, de deux feuilles de carton-liège et de linoléum.

La toiture est également double, avec un vide de 52 millimètres.

Entre la caisse et le châssis, on a disposé trois couches de bandes de feutre compact superposées, en vue d'atténuer le bruit de roulement du train. On a pu ici adopter cette disposition, à cause de l'in-



FIG. 4. — CHEMIN DE FER TRANSSIBÉRIEN : Pont sur le Soungari, près de Kharbine.

dizaine de machines d'origine américaine, les locomotives aussi bien pour les trains de voyageurs que pour ceux à marchandises sont de fabrication russe.

A l'est du Baïkal, on utilise le chauffage au bois; les locomotives sont du type compound avec deux cylindres seulement placés extérieurement. Ces locomotives ont été étudiées (et construites pour la plupart) par la Société de Fives-Lille; le *Génie Civil* en a déjà donné la description (1).

Dès le commencement de la guerre, des machines de tous modèles ont été mises en service sur tout le réseau pour les transports militaires.

Voitures à voyageurs des trains directs transsibériens. — **MATÉRIEL DE L'ÉTAT RUSSE.** — *Données générales.* — Le convoi (fig. 1 à 5, pl. I) est formé de cinq voitures, se succédant dans l'ordre suivant, d'avant en arrière: un fourgon à bagages, avec petite station centrale d'énergie (fig. 1); un wagon salon-restaurant dont la salle à manger sert de salon (fig. 2); un wagon-lits de 2^e classe (fig. 3); un wagon-lits de 1^{re} classe (fig. 4); un wagon-lits de 2^e classe, avec salon-observatoire (fig. 5).

Toutes les voitures sont à bogies, du type Pullmann; la suspension est double, elle est obtenue au moyen de ressorts à lames elliptiques, du type des ressorts d'équipage, et de ressorts à hélice. Bien que les longerons soient en fer, le mouvement est un peu plus doux que sur les voitures Pullmann ordinaires. Chaque voiture possède des cabinets de toilette et des water-closets avec lavabos, conformes aux exigences de l'hygiène moderne qui sont placés aux extrémités de chaque voiture; des paravents sont disposés aux fenêtres, de façon à protéger autant que possible les voyageurs contre la poussière, la fumée et le vent. La poussière, en particulier, est extrêmement gênante en été.

Les passerelles qui font communiquer les voitures sont très larges;

dépendance presque absolue du châssis et de la caisse dans le type Pullmann.

Toutes les portes, sauf celles des communications, sont à battant, pour éviter le bruit des trépidations. Les cadres des fenêtres sont doubles; le cadre d'été peut se baisser à volonté, le cadre d'hiver peut être enlevé complètement. Les châssis d'hiver comportent une huisserie spéciale, avec ressorts appliquant le châssis contre son cadre, en vue d'empêcher tout passage d'air.

Chauffage et ventilation. — Le chauffage, qui se fait par circulation d'eau chaude, est indépendant pour chaque voiture, sauf pour le fourgon à bagages et le wagon-restaurant, chauffés au moyen de la vapeur de la chaudière de la station électrique (le wagon-restaurant a, de plus, un chauffage indépendant).

Un dispositif particulier permet d'augmenter la circulation d'eau dans les tuyaux, en vue d'un chauffage rapide dans toute la voiture au moment de la mise en marche. Ce dispositif consiste à employer un réservoir supplémentaire, dans lequel on emmagasine l'eau refroidie provenant de la conduite de retour; quand la température de cette eau n'est plus que de quelques degrés inférieure à celle qui sort de la chaudière (ce résultat est généralement obtenu au bout de vingt à trente minutes, selon la température extérieure), une petite pompe d'alimentation la reprend peu à peu et la remet en circulation.

Dans chaque coupé, il existe en outre une poignée de commande, permettant au voyageur de faire varier à sa volonté le volume d'eau passant dans les radiateurs de son coupé, et d'en régler lui-même la température.

La ventilation se fait au moyen d'air pris à l'extérieur, sous le châssis de la voiture, et réchauffé dans un appareil spécial avant d'être distribué. Cet appareil se compose, pour chaque voiture, de radiateurs spéciaux raccordés sur les branchements de la conduite principale

(1) Voir le *Génie Civil*, t. XXXVII, n° 20, p. 364.

d'eau chaude, et autour desquels circule dans une enveloppe étanche l'air extérieur. Pendant la marche, et à cause du mouvement du train, cet air pénètre par un aspirateur placé sous le plancher et dans lequel l'air s'engouffre.

La commande du registre limitant la rentrée d'air par cet aspirateur se fait par une poignée placée à côté de la commande d'eau chaude. Avec cette disposition on peut régler aisément à la fois la ventilation et la température dans chaque coupé. On peut ainsi faire varier la température de 5 degrés d'un coupé à l'autre. La température moyenne par les froids les plus rigoureux ne descend pas au-dessous de 15 degrés; on peut la faire monter à 30 degrés.

L'air vicié s'échappe par des ventilateurs d'appel installés dans chaque compartiment. Il faut environ une demi-heure en marche normale pour renouveler complètement l'air du wagon en ouvrant en plein tous les registres. Indépendamment de cette ventilation qui se fait régulièrement et insensiblement, on a placé des ventilateurs électriques d'un effet rapide là où l'air vicié a tendance à se produire ou à s'accumuler en plus grandes quantités (cuisine, water-closets, chambres des chaudières, etc.).

Il ne semble pas que ces dispositifs soient d'une grande utilité, au moins en ce qui concerne les voyageurs russes, ceux-ci ne trouvant jamais qu'il fait trop chaud à l'intérieur des maisons; ils ont l'habi-

En fait, ce système de ventilateur rafraichisseur n'a pas donné les résultats qu'on en attendait : d'une part, il est pratiquement impossible de se procurer de la glace pour rafraichir les boissons, à plus forte raison pour un usage qui en consommerait bien davantage; d'autre part, la ventilation par engouffrement d'air dans un pavillon résultant du mouvement du train est illusoire, comme l'ont montré les nombreux essais faits par les Compagnies françaises : on ne respire généralement ainsi que de la poussière et de la fumée; de plus les appareils s'engorgent et s'encrassent. Quant au fonctionnement automatique de l'air comprimé au moment des arrêts, il est plus que problématique, et si l'on tamise l'air insufflé par barbotage ou autrement, le danger est pire, car on enlève à l'air sa mauvaise odeur et on s'expose à respirer l'acide carbonique et l'oxyde de carbone des fumées de la locomotive sans s'en apercevoir (en tunnel notamment).

Éclairage et service d'incendie. — L'éclairage intérieur et extérieur (quatre lampes à chacune des entrées pour chaque voiture et trois lampes-sigaux du dernier wagon) est électrique. Le fourgon à bagages comporte à cet effet une petite station centrale : dynamo de 5 chevaux, fournissant du courant à 65 volts et actionnée par une turbine à vapeur, chaudière à vapeur, et accumulateurs, le tout pouvant fournir une intensité totale de 1 000 bougies décimales.



FIG. 5. — CHEMIN DE FER TRANSIBÉRIEN : Vue générale de Khabarine.

tude de faire donner aux appareils de chauffage le maximum de chaleur qu'ils peuvent fournir et de fermer toutes les issues sans jamais songer à aérer, d'une façon quelconque, les locaux habités. En outre, il serait imprudent d'arrêter le chauffage des voitures à un instant quelconque en hiver : on risquerait fort de voir la gelée faire éclater non seulement les conduites, mais les récipients renfermant tous les approvisionnements liquides des restaurants, buffets, lavabos, etc. C'est ainsi que pendant tout l'hiver la Compagnie des Wagons-Lits, qui utilise aussi le chauffage individuel à l'eau chaude pour ses voitures du réseau européen, où le climat est cependant loin d'être aussi rigoureux qu'en Sibérie, entretient constamment la marche des thermosiphons même quand les voitures ne sont pas en service.

Appareils refroidisseurs d'air. — Pendant les fortes chaleurs de l'été l'air de la salle à manger et du salon de 1^{re} classe échauffé par la présence simultanée d'un grand nombre de personnes peut être rafraichi au moyen d'un appareil spécial placé sur la toiture du wagon et consistant en un serpentin en cuivre plongeant dans une caisse qui renferme un mélange réfrigérant (glace et sel). Cette caisse est bien isolée contre le rayonnement et la conductibilité. Le serpentin s'ouvre extérieurement par une sorte d'entonnoir dont le pavillon est orienté de telle manière que l'air extérieur s'y engouffre pendant la marche du train; intérieurement il aboutit à des tuyaux de distribution plats qui l'amènent à des ventilateurs, lesquels le renvoient latéralement sur les parois du plafond au moyen d'ouvertures allongées, de forme appropriée; le réglage s'obtient au moyen d'un registre qu'on ouvre plus ou moins; en marche normale et à pleine ouverture, l'air ainsi distribué peut être à 25 ou 30 degrés au-dessous de l'air extérieur.

Pendant les arrêts on remplace l'air appelé ainsi automatiquement par de l'air comprimé provenant d'un réservoir spécial qui se charge en même temps que le réservoir du Westinghouse.

Une disposition particulière permet d'utiliser l'injecteur de la locomotive et le tuyautage du Westinghouse pour obtenir, en cas d'incendie, un jet d'eau qui a encore une hauteur de 20 mètres dans la dernière voiture.

Dispositions particulières. — Les voitures de l'État russe étant destinées surtout à transporter des voyageurs russes, on a pris des dispositions spéciales dans l'aménagement intérieur de façon à satisfaire autant que possible aux habitudes et aux mœurs des voyageurs les plus nombreux : cuisine, heures des repas, emploi du temps, tout s'y fait suivant les usages nationaux.

Le train peut transporter 18 voyageurs de 1^{re} classe et 48 de 2^e classe, sans compter le personnel fixe qui, en dehors des conducteurs ordinaires, est composé de 15 personnes en été, et de 17 en hiver (à cause du chauffage). Les coupés-lits sont pour la plupart isolés, mais il y a aussi des compartiments ouverts, plus spacieux, plus luxueux, généralement placés au milieu de la voiture et qui ne sont séparés du couloir que par des draperies épaisses. On isole ces coupés pendant la nuit en tirant simplement ces draperies. Chaque coupé comporte deux divans pouvant se transformer en couchettes superposées parallèlement. Les voyageurs de 1^{re} classe disposent d'un espace de 0^m2 788 avec un volume d'air de 4^m3 55, les chiffres correspondants pour la 2^e classe sont 0^m2 68 et 3^m3 9.

Le salon-salle à manger est commun aux deux classes, ainsi qu'un salon-observatoire largement éclairé sur les côtés par de grandes baies. Il y a, en outre, un salon particulier pouvant se transformer en coupé pendant la nuit pour les voyageurs de 1^{re} classe.

Les tables des coupés peuvent être repliées et forment alors esca-beaux pour atteindre les couchettes supérieures. Le mode de suspension douce qui a été adopté et la vitesse réduite permettent d'écrire sans difficulté et de lire sans fatigue.

On a proscrit systématiquement l'emploi des étoffes et du drap pour la garniture des cloisons et des meubles, comme ne satisfaisant pas aux exigences de l'hygiène moderne, et on les a remplacés par le cuir naturel ou artificiel. On n'a conservé les étoffes que là où elles peuvent être enlevées facilement, nettoyées, désinfectées et rechangées. Il faut faire remarquer, d'ailleurs, que ces trains transportent, non seulement des voyageurs aisés, mais aussi des émigrants voyageant en 2^e classe et auxquels le Gouvernement accorde des réductions de tarif considérables. Toutes les voitures sont entièrement désinfectées au formol, à leur retour à Moscou, après chaque voyage.

La cuisine est munie d'un fourneau ordinaire et de réchauds spéciaux, les uns chauffés par la vapeur, les autres par l'électricité, toutes deux provenant de la petite station centrale et qui permettent de préparer, en quelques minutes et à toute heure du jour et de la nuit, les boissons nécessaires aux enfants et aux malades.

Le salon-salle à manger comporte piano, jeux, bibliothèque, musique, journaux, mis gratuitement à la disposition des voyageurs.

Enfin, il y a une salle de bains avec appareils à douches chaudes ou froides, à eau sous pression ou non, qu'on peut tenir dans un état de propreté parfait et désinfecter, et dont on peut renouveler l'air presque

donne à l'ensemble de la voiture une plus grande rigidité et, aussi, une plus grande élasticité.

Toutes les voitures ont des water-closets et lavabos communs, mais de plus, il y a un lavabo-urinoir commun à deux coupés adjacents, dont le fonctionnement est tel que quand il est en usage pour un des coupés, il est condamné pour l'autre. Cette disposition évite au voyageur de sortir pendant la nuit et lui permet de faire entièrement sa toilette avant d'avoir à sortir de son coupé (fig. 7 et 9, pl. I).

Les passerelles sont du type ordinaire à soufflet formé de deux moitiés attachant chacune au wagon correspondant et se repliant sur lui. Ce système a l'avantage de permettre une mise en place presque instantanée et de n'avoir qu'un joint au lieu de deux. L'étanchéité et la protection contre les intempéries sont en réalité obtenues, et d'une façon très efficace, par la disposition même des cloisons situées en bout de chaque voiture; elles forment ainsi, à chaque extrémité, une sorte de sas à air sur lequel ouvrent les portes extérieures et la communication. C'est là aussi une sorte de vestibule permettant de maintenir le restant de la voiture dans un meilleur état de propreté quand les voyageurs viennent de l'extérieur couverts de boue ou de neige.

Des paravents protègent également contre la poussière et la fumée.

Caisse. — Elle est partout à doubles parois comme sur l'État russe, avec doublure en feutre et carton, mais le revêtement extérieur est en bois de teck au lieu de tôle; l'étanchéité est complétée par des toiles collées contre les deux voligeages du côté de la couche d'air isolante.

Le plancher reçoit, en outre, un tapis au-dessus du linoléum.

Les cadres des fenêtres sont toujours doubles, même en été, pour éviter l'entrée de la poussière. L'étanchéité est obtenue non par des ressorts mais par des bandes de peluche entourant le cadre et aisément enlevées et remplacées dès qu'elles sont usées. On a également supprimé toutes les portes à coulisse, non pas tant à cause des trépidations que du bruit gênant qu'elles font quand on les manœuvre, et qui résulte de ce qu'on ne les met en mouvement que par élan.

Chauffage et ventilation. — Le chauffage se fait par circulation de vapeur sous la pression de 7 kilogr.; il est indépendant pour chaque voiture; la chaudière, le manomètre, les purgeurs et les divers accessoires sont placés dans un petit local situé à l'une des extrémités de la voiture; ce service exige la présence presque continue d'un employé, le même, d'ailleurs, qui s'occupe des autres services de la voiture, et est constamment à la disposition des voyageurs; le chauffage se fait au bois, lequel est approvisionné dans des coffres placés à proximité.

La ventilation est assurée par des aspirateurs-ventilateurs torpilles placés au-dessus de la voiture et fonctionnant en aspirant l'air par entraînement à la façon d'un éjecteur; l'air étant pris en arrière, on évite ainsi les inconvénients du procédé par engouffrement. De plus, il y a un agitateur d'air d'un système nouveau; il consiste en ailettes fixées sur un axe vertical traversant le plafond et monté sur billes. Cet appareil est mis en mouvement par un anémomètre à cuillers placé à l'extérieur et tournant pendant la marche du train, quels que soient la direction du vent et le sens du déplacement. La commande et le réglage de ces deux appareils très simples, très rustiques et très efficaces est à la disposition du voyageur. Il y a de plus des ventilateurs électriques.

Éclairage et service d'incendie. — L'éclairage est électrique et utilise une dynamo actionnée par un moteur à pétrole; ces appareils sont placés dans le fourgon aux bagages.

En cas d'incendie, il suffit de tourner une valve pour que l'eau destinée à l'alimentation des chaudières de chauffage passe directement de la pompe d'alimentation dans la conduite d'incendie au lieu de passer dans la chaudière.

Dispositions particulières. — Toutes les commodités fournies aux voyageurs sont les mêmes que celles que nous avons signalées pour l'État russe.

Chaque voiture peut transporter dix-huit voyageurs, il y a de plus dix places supplémentaires de luxe dans le wagon de queue.

Tous les coupés-lits sont isolés; ils présentent une innovation qui mérite d'attirer l'attention: les deux couchettes correspondant à un même divan sont placées à deux hauteurs différentes mais ne sont pas complètement superposées comme dans la disposition ordinaire bien connue adoptée aussi sur les navires; elles sont placées (fig. 6) dans deux directions rectangulaires, les pieds seulement sont l'un au-dessus de l'autre. On gagne à cette disposition que le voyageur de la couchette inférieure n'a pas la sensation, assez désagréable pour beaucoup de personnes, de manquer d'air et d'espace au-dessus de soi; quant à la couchette supérieure, elle peut être placée plus bas et laisser également plus d'espace au voyageur couché; elle est placée dans le sens longitudinal avec la tête de lit à volonté en avant ou en arrière. Cette disposition sera surtout appréciée, paraît-il, par certaines personnes très nerveuses ou atteintes de certaines maladies qui s'accroissent mal de la couchette transversale et la supportent à la rigueur pendant une ou deux nuits, mais qui ne pourraient le faire pour un très long voyage.

Au retour, à Moscou, après chaque voyage, tout le matériel est non seulement désinfecté au formol, mais aussi entièrement nettoyé par un système utilisant simultanément le vide et l'air comprimé pour

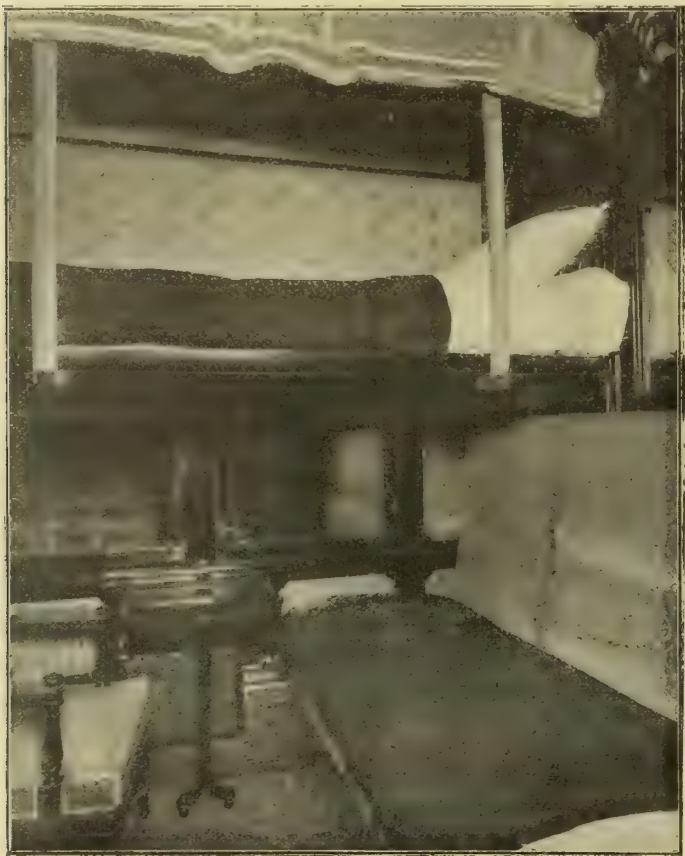


Fig. 6. — Disposition des couchettes dans un compartiment.

instantanément avec un ventilateur électrique. Ces dispositions sont, d'ailleurs, également adoptées pour les water-closets-lavabos.

On a également prévu la fatigue spéciale que pouvait produire le manque d'activité ininterrompue pendant de longs jours en aménageant une salle de gymnastique avec haltères, cordes élastiques, canot et vélocipède de chambre.

Il y a également deux laboratoires pouvant être transformés en chambres noires pour le développement des clichés photographiques.

NOUVEAU MATÉRIEL DE LUXE DE LA COMPAGNIE DES WAGONS-LITS. — **Données générales.** — Ce matériel est entièrement construit en Russie aux usines du Haut-Volga, à Tver. Pour sa construction on s'est fortement inspiré de ce qui avait été fait par l'État russe, mais les analogies s'arrêtent à ce qui est justifié par les exigences d'un climat extrêmement rigoureux et par les conditions exceptionnelles dans lesquelles ce matériel est appelé à fonctionner; on a fait table rase de tout ce qui était préjugé de nationalité et eût été sans valeur auprès des voyageurs de toutes origines, appelés à se servir de la ligne.

Le convoi se compose, en allant, de l'avant à l'arrière de: un fourgon à bagages avec petite station centrale (fig. 10, pl. I), trois et, plus tard, quatre wagons-lits (fig. 9, pl. I), un wagon-restaurant (fig. 8, pl. I), un wagon-salon-observatoire (fig. 6 et 7, pl. I), cette dernière voiture comportant en outre des coupés de luxe.

Toutes les voitures sont à bogies, du type de la Compagnie, avec longeron et tirants formant poutre armée; la caisse ici n'est pas indépendante du châssis; ses montants s'assemblent sur une sorte de semelle en bois placée sur le longeron et faisant corps avec lui, ce qui

débarrasser les draperies, les étoffes et les tentures de toutes les poussières et des germes qu'ils renferment. On avait disposé également une salle de gymnastique et un laboratoire de photographie dans les voitures du premier matériel qui était en service, mais, comme personne ne les utilisait, on les a supprimés sur l'ancien matériel et on

un supplément de 0,12 kopeck (0 fr. 0032) par verste, soit 1067 mètres, (au lieu de 0,05 sur les trains directs de l'État). Moyennant ce supplément, l'État russe et l'Est-Chinois se sont engagés à faire gagner douze heures sur leurs réseaux respectifs à l'est du Baïkal, soit vingt-quatre heures entre Irkoutsk et Port-Arthur. Si l'État russe augmente la

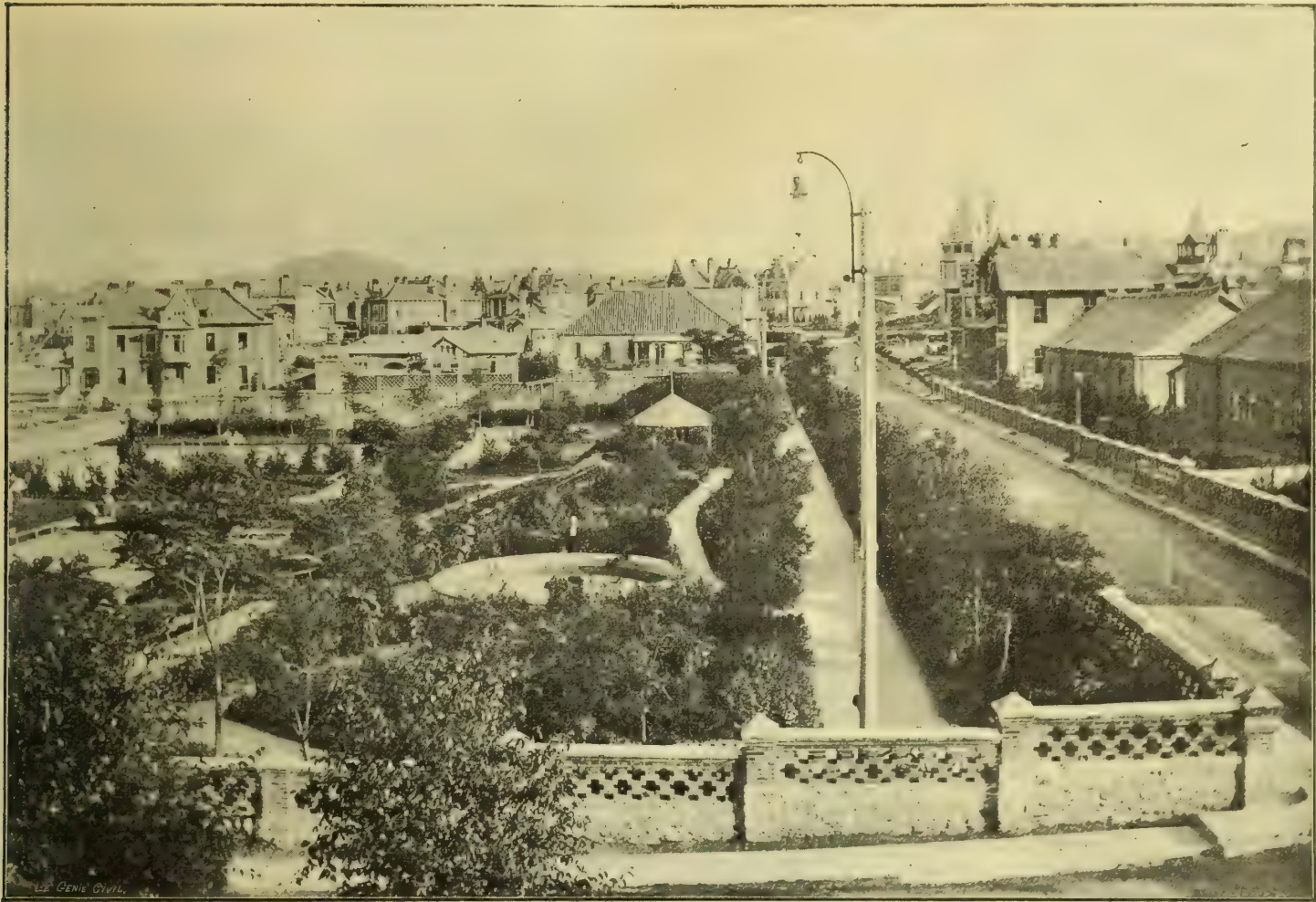


FIG. 7. — CHEMIN DE FER TRANSIBÉRIEN : Vue du quartier administratif de Dalny.

a jugé inutile de faire une semblable installation sur le nouveau; au contraire, la salle de bains avec ses appareils à douches a fait l'objet d'une installation très soignée et très complète; c'est l'homme de service qui prépare les bains et les douches à la demande des voyageurs. Le prix du voyage de Moscou à Dalny est d'environ 730 francs. Le train de luxe de la Compagnie des Wagons-Lits sera plus rapide que le train direct de l'État russe, mais les voyageurs auront à payer

vitesse de ses trains directs, la vitesse du train de luxe devra être augmentée d'autant, de façon à gagner toujours vingt-quatre heures sur le train russe le plus rapide. Dans une seconde partie, nous donnerons quelques renseignements complémentaires sur le transmanchourien et nous exposerons les résultats économiques donnés par le transsibérien. (A suivre.)

E. LEMAIRE,
Ingenieur des Arts et Manufactures.

MÉTALLURGIE

RECHERCHES SUR LES ACIERS AU TUNGSTÈNE

I. FABRICATION. — La fabrication des aciers au tungstène se fait dans des fours à creusets et ne présente, en elle-même, aucune difficulté particulière.

Série I, à environ 0,300 % de carbone.

C	Tu	Mn	Si	S	P
0.117	0.412	traces	0.035	traces	0.013
0.110	0.930	»	0.058	0.005	0.016
0.110	1.750	»	0.036	0.008	0.010
0.128	4.965	»	0.035	traces	0.015
0.173	11.89	0.067	0.046	0.013	0.008
0.201	14.37	traces	0.060	0.008	0.013
0.221	30.71	»	0.139	0.013	0.011
0.219	24.35	»	0.112	0.014	0.013
0.276	27.75	»	0.139	0.012	0.016

Le pourcentage en tungstène varie généralement de 5 à 18 %, excepté, toutefois, dans les aciers à ressorts dont nous parlons plus

loin. Comme matière première, on utilise le tungstène métallique, ou le ferrotungstène. Le tungstène métallique est préparé soit au four électrique, soit par aluminothermie; dans ce dernier mode de fabrication, il faut compter sur des pertes assez importantes par volatilisation de l'acide tungstique. Les ferrotungstènes sont obtenus au four électrique. Ils contiennent de 8 à 9 % de tungstène environ.

Série II, à environ 0,800 % de carbone.

C	Tu	Mn	Si	S	P
0.861	0.397	0.027	0.040	0.033	0.012
0.658	0.931	0.054	0.120	0.023	0.015
0.795	2.7.0	0.054	0.058	0.019	0.010
0.828	4.678	traces	0.140	0.018	0.008
0.815	9.991	»	0.093	0.014	0.015
0.712	14.749	»	0.117	0.024	0.015
0.737	19.25	»	0.006	0.018	0.070
0.743	35.276	»	0.333	0.015	0.011
0.836	34.329	»	0.233	0.024	0.015
0.867	39.967	»	0.280	0.017	0.016

La composition des aciers au tungstène que nous avons étudiés est indiquée dans les deux tableaux ci-dessus.

II. MICROGRAPHIE. — 1° *Aciers bruts de forge*. — Si l'on prend des aciers à 0,120 % de carbone et à des teneurs croissantes en tungstène et si, après polissage, on les attaque par l'acide picrique, on trouve la même structure que dans les aciers au carbone, c'est-à-dire de la ferrite et de la perlite, dans les alliages renfermant moins de 10 % de tungstène (fig. 1).

Dès que la teneur atteint 10 %, on ne voit plus trace de perlite; mais on distingue des grains, ou mieux des *vermiculés*, qui apparaissent en blanc; on aperçoit, d'ailleurs, ce constituant après simple polissage (fig. 2). La forme qu'il affecte et l'importance qu'il présente ne semblent pas dépendre de la teneur en tungstène, mais bien, ce qui est d'ailleurs fort compréhensible, du traitement mécanique subi par le métal.

En résumé, on obtient pour cette série deux groupes, l'un caractérisé par la perlite ordinaire, l'autre par un constituant spécial que nous tâcherons de définir plus loin.

Les aciers qui renferment environ 0,800 % de carbone présentent de la perlite ordinaire, tant que la teneur en tungstène n'est pas supérieure à 4,5 %; mais dès que l'on atteint ce pourcentage, on obtient le même constituant que pour le second groupe de la première série.

Certains aciers, qui ont présenté de grandes difficultés dans les traitements mécaniques, sont particulièrement intéressants à examiner.

Ils présentent, en effet, dans certaines régions, des cristaux extrêmement développés formés assurément par le constituant spécial et que n'a pu briser le laminage, le marteau ou la presse.

C'est ce qui a lieu dans l'acier à 0,712 % de carbone et 14,7 % de tungstène (fig. 3); dans l'acier à 0,743 % de carbone et 23,2 % de tungstène, un individu cristallin s'est simplement incurvé très légèrement pendant le traitement mécanique (fig. 4).

Enfin l'acier à 0,867 % de carbone et 39,96 % de tungstène n'a

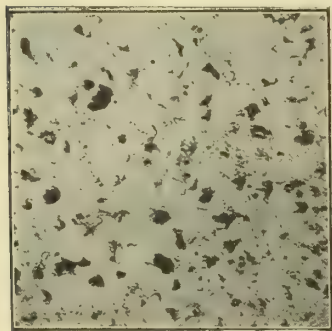


FIG. 1.
C=0,017 %; Tu=0,417 %.
Grossissement : 460 diamètres.

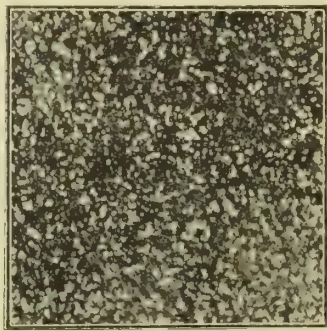


FIG. 2.
C=0,276 %; Tu=27,75 %.
Grossissement : 460 diamètres.

pu être laminé. Dans cet échantillon, les cristaux qui se sont développés pendant le refroidissement lent n'ont pu être brisés; ils se présentent ainsi avec une netteté très remarquable (fig. 7).

En résumé, les aciers à 0,800 % de carbone se partagent donc en deux groupes caractérisés comme ceux de la première série. Mais il faut ici moins de tungstène (5 % au lieu de 10 %) pour que nous nous trouvions en présence du constituant spécial; en un mot, plus il y a de carbone, moins il faut de tungstène pour rencontrer la structure particulière à ces aciers.

Ce point seul tend à prouver que ce constituant est un carbure. Nous verrons plus loin les expériences de cémentation qui nous ont démontré que cette hypothèse est exacte. La micrographie des aciers au tungstène bruts de forge nous conduit donc à la classification suivante :

GROUPES	CARACTÈRES MICROGRAPHIQUES	ACIERS à 0,200 % C.	ACIERS à 0,800 % C.
I	Perlite.	De 0 à 10 %	De 0 à 5 %
II	Carbure.	Tu > 10 %	Tu > 5 %

Nous nous trouvons donc ici en présence du cas le plus simple que nous ayons rencontré, et il semble qu'involontairement nous ayons suivi, dans cette étude des aciers spéciaux, la progression la plus raisonnée.

Après les aciers au nickel (1) et au manganèse (2) qui présentent trois classes (perlite, martensite, fer γ) nous avons examiné les aciers au chrome (3), lesquels forment, en quelque sorte, le terme de passage entre les aciers au nickel ou au manganèse et les aciers au tung-

tène. En effet, ils sont constitués, les uns par de la perlite que l'on rencontre dans tous les aciers spéciaux à faible teneur en produits étrangers, les autres par de la martensite qui est la caractéristique des aciers au nickel et au manganèse de la deuxième classe et enfin les derniers, par un carbure double de fer et de chrome, constitution analogue à celle des aciers au tungstène.

2° *Aciers trempés*. — Pour étudier l'influence de la trempe sur la microstructure des aciers au tungstène, il faut distinguer les aciers

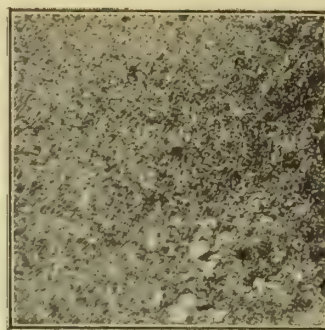


FIG. 3.
C=0,712 %; Tu=14,749 %.
Grossissement : 360 diamètres.

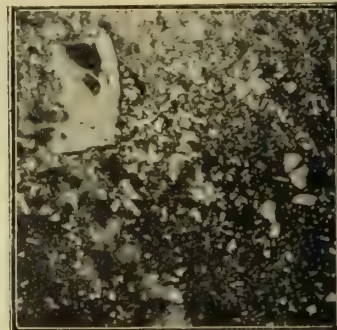


FIG. 4.
C=0,743 %; Tu=23,276 %.
Grossissement : 360 diamètres.

perlitiques des aciers à carbure double. Les aciers perlitiques sont modifiés par la trempe comme les aciers au carbone ordinaires.

Quant aux aciers à carbure double, ils donnent des résultats différents suivant leur teneur en tungstène. Pour des teneurs relativement basses, on a bien de la martensite, mais quand le pourcentage en tungstène augmente, le carbure ne disparaît pas entièrement. Des expériences nombreuses nous ont prouvé que pour un même acier, plus la température de trempe est élevée, moins il semble rester de carbure. Et, pour une même température, plus la vitesse de refroidissement de l'acier est grande, moins il subsiste de carbure après trempe.

Lorsque l'acier contient des quantités assez importantes de tungstène (20 % environ) il ne se produit plus de martensite, du moins le microscope ne permet-il pas de l'apercevoir; on distingue toujours nettement le carbure double et l'on peut même déclarer que l'acier ne paraît pas changer de structure.

Certains aciers au tungstène présentent une particularité d'une grande importance et qui doit attirer tout particulièrement l'attention : lorsqu'on porte les aciers qui renferment 0,800 % de carbone environ et de 2 à 20 % de tungstène à une température suffisamment élevée (900 degrés environ) et qu'on les refroidit dans un courant d'air (procédé connu dans les ateliers sous le nom de trempe à l'air) la surface et la surface seule devient martensitique.

Mais la teneur en tungstène, d'une part, la température de trempe,

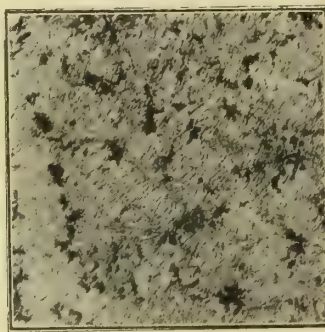


FIG. 5.
C=0,795 %; Tu=2,75 %.
Trempe à 1 400 degrés à l'air.
Grossissement : 460 diamètres.

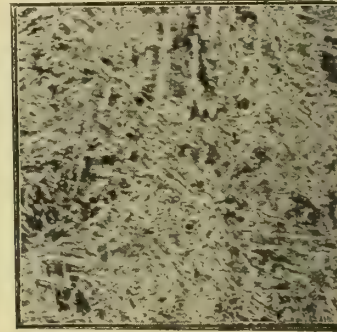


FIG. 6.
C=0,833 %; Tu=4,68 %.
Recuit à 1 200 degrés.
Grossissement : 460 diamètres.

d'autre part, ont une influence très nette sur la structure obtenue. C'est ainsi que, alors qu'à 1 000 degrés on obtient de la martensite très fine avec les aciers renfermant de 2 à 5 % de tungstène, on a de la martensite mélangée de carbure pour l'acier à 10 % et enfin pour des aciers à teneur en tungstène beaucoup plus forte (20 %), il ne semble plus s'en produire du tout. La température a une action non moins marquée; dans une trempe à l'air à 900 degrés, on obtient de la martensite accompagnée de très importantes quantités de troostite. Lorsque la température de trempe à l'air atteint 1 400 degrés, on n'a plus que de la martensite (fig. 5).

Si l'on vient après la trempe à enlever la couche superficielle, on ne trouve plus que de la perlite, tout au plus de la sorbite. La modification n'a donc atteint que la surface.

(1) Voir le *Génie Civil*, t. XLIII, n° 1, p. 24, n° 3, p. 30, et n° 9, p. 131.

(2) Voir le *Génie Civil*, t. XLIII, n° 17, p. 261, et n° 48, p. 280.

(3) Voir le *Génie Civil*, t. XLIV, n° 48, p. 281, et n° 49, p. 298.

En résumé, certains aciers au tungstène prennent bien la trempe à l'air, suivant l'expression admise depuis la découverte des aciers à coupe rapide, mais cette trempe n'est que superficielle.

3° Aciers recuits. — Lorsque la température de recuit ne dépasse pas 900 degrés, on ne trouve aucune modification sensible de la structure. Mais si l'on augmente la température, on voit que les grains de carbure augmentent très sensiblement.

De plus, certains aciers présentent un phénomène particulier et remarquable. Si l'on considère l'acier à 0,800 % de carbone et 2 % de tungstène environ, qu'on le recuit pendant quatre heures à 1 200 degrés et qu'on le laisse refroidir lentement, on obtiendra une structure toute spéciale qui apparaît en aiguilles extrêmement nettes (fig. 6) : l'attaque à l'acide picrique les donne en blanc; le picrate de soude en solution sodique les colore légèrement. Ce constituant rappelle assez

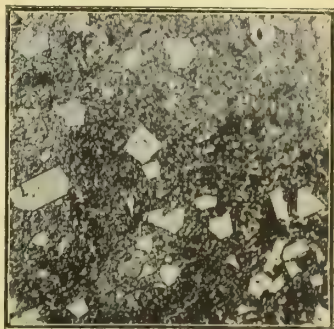


FIG. 7.
C = 0,867 %; Tu = 39,967 %.
Grossissement : 160 diamètres.

bien les aiguilles de cémentite que l'on obtient dans certaines cémentations très prononcées. On peut, jusqu'à un certain point, le confondre avec de la martensite; on distingue bien, en effet, les trois directions caractéristiques. Mais, d'une part, il y a coloration par le picrate de soude et, d'autre part (nous l'étudierons plus loin) ce constituant ne donne pas aux aciers les propriétés caractéristiques que l'on connaît : haute charge de rupture, limite élastique élevée, etc. Enfin, une trempe appropriée fait disparaître ce constituant.

Il ne faut donc voir dans cette structure que le développement des lamelles de carbure.

Ce phénomène se trouve dans tous les aciers qui sont sur la limite des deux premiers groupes et qui doivent (ceci est fort délicat à déterminer au microscope) contenir simultanément du carbure double et de la perlite.

4° Aciers cémentés. — La cémentation des aciers perlitiques présente cette particularité fort remarquable qu'elle produit, lorsque l'opération a été assez prononcée, le constituant spécial. Ceci démontre bien la nature de ce constituant. D'ailleurs, en cémentant un acier qui, brut de forge, contient ce carbure double, on obtient une structure qui dénote des quantités de plus en plus importantes de ce constituant, au fur et à mesure que l'on approche des bords.

LÉON GUILLET,
Docteur ès Sciences,
Ingénieur des Arts et Manufactures.

(A suivre.)

PHYSIQUE INDUSTRIELLE

APPAREILS A SEXTUPLE EFFET

pour la production économique de l'eau distillée
à Souakim (Égypte).

L'absence d'eau de qualité suffisante pour pouvoir être employée aux usages industriels et domestiques, ainsi qu'à l'alimentation des habitants comme boisson, est souvent un grave obstacle au développement économique de certaines régions. Tel était le cas à Souakim,

être capables d'utiliser, au mieux, le pouvoir calorifique du charbon.

Les deux appareils qui ont été adoptés sont du type Yaryan et ont été installés par la Mirrlees Watson Co; nous en donnons la description d'après l'Engineer.

Le principe de leur fonctionnement est le même que celui des appareils à effets multiples employés, depuis de nombreuses années, dans l'industrie sucrière. Il était assez naturel qu'on songeât à appliquer cette méthode, car la production de l'eau distillée, en partant de l'eau de mer, n'est qu'une concentration de saumure qui a beaucoup de similitude avec celle des jus sucrés. Les constructeurs qui ont exécuté cette installation avaient déjà fait de nombreuses applica-

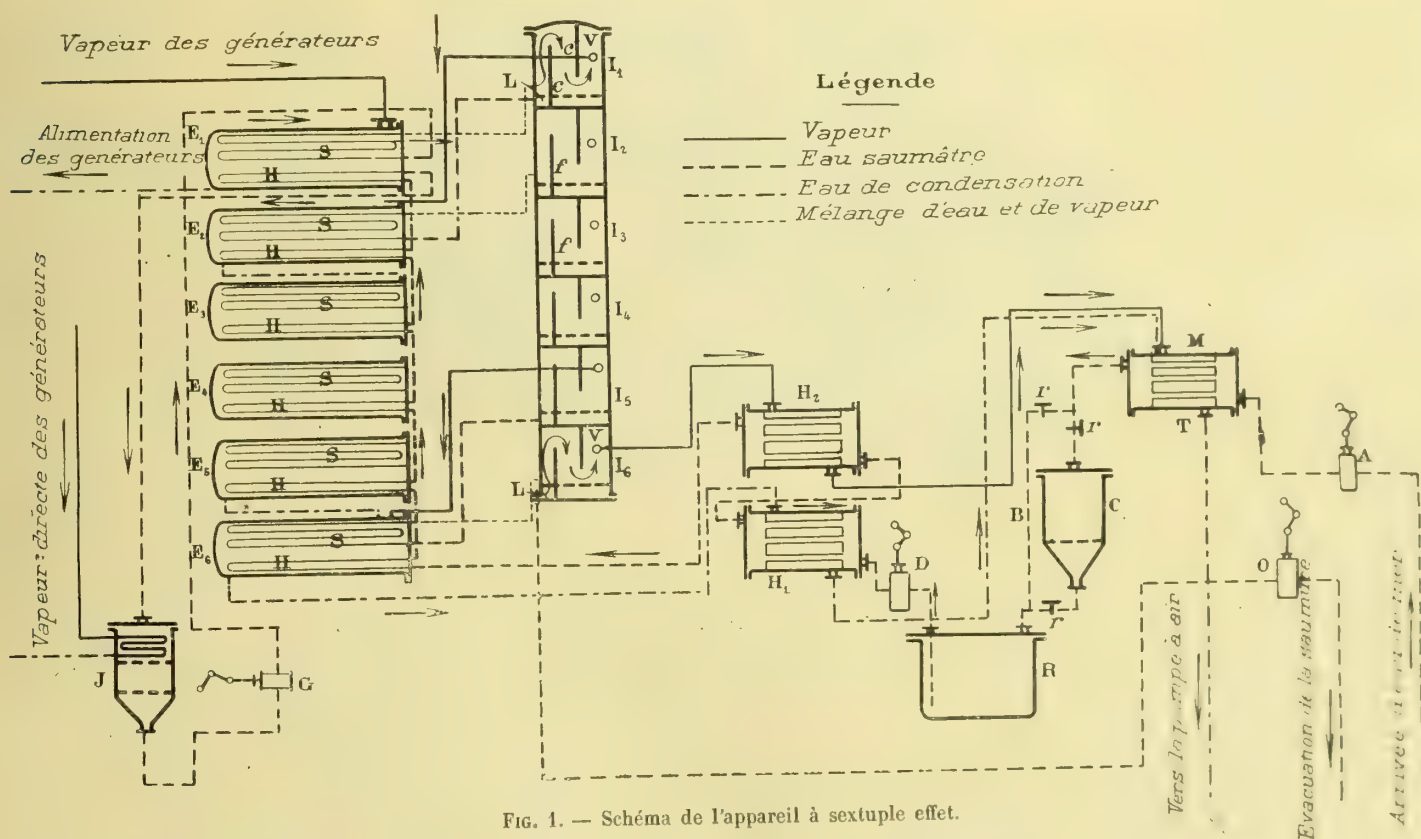


FIG. 1. — Schéma de l'appareil à sextuple effet.

port sur la mer Rouge. Là il a fallu que le Gouvernement égyptien résolve le problème suivant : extraire de l'eau de mer une eau pouvant servir à la fois à l'alimentation des locomotives et aux usages domestiques; la quantité d'eau potable à produire chaque jour pouvant atteindre 600 mètres cubes et les frais d'exploitation devant être réduits à leur minimum. Ces frais d'exploitation résidant principalement dans la dépense de combustible dont le prix est très élevé sur ce point de la côte de la mer Rouge, les appareils employés devaient

tions du sextuple effet pour la production de l'eau distillée; mais nous croyons que c'est la première fois qu'il aura été appliqué sur une échelle aussi vaste.

En principe, la méthode suivie peut se résumer ainsi : 1° l'eau de mer est réchauffée par un économiseur et débarrassée, par filtration, des matières organiques qu'elle renferme; 2° elle est amenée, par un réchauffage méthodique, à son point d'ébullition, température qui permet la séparation, par une seconde filtration, des sels les moins

solubles et de ceux qui n'étaient solubilisés qu'à la faveur des gaz dissous et que l'élévation de température a fait dégager; 3° le liquide ainsi traité arrive à l'appareil à sextuple effet qui produit : d'une part, une eau salée qu'on rejette à la mer, et, de l'autre, un mélange d'eau condensée et de vapeur qui achève de se condenser par un passage sur les tubes d'un économiseur et d'un condenseur. A l'aide du schéma (fig. 1) nous pouvons facilement suivre le cycle de ces diverses opérations.

Une pompe A aspire l'eau de mer et l'envoie dans les tubes d'un condenseur à surface M; autour des tubes de ce condenseur circule un mélange de vapeur et d'eau condensée venant des réchauffeurs H_1 et H_2 . L'échange de chaleur produit : d'une part, la condensation totale de l'eau distillée qui est aspirée par la pompe à air et envoyée aux filtres; d'autre part, une légère élévation de température de l'eau de mer. Le courant d'eau salée atteint une température assez élevée pour que les matières organiques se coagulent; le filtre C les retient ainsi que les parcelles solides qui auraient pu être aspirées par la pompe A. Sur la canalisation principale, on a eu soin de brancher un *by-pass* B par lequel peut s'écouler le liquide salé en cas d'obstruction ou de nettoyage du filtre C; dans ce but, trois robinets *r* sont interposés sur les canalisations principale et secondaire.

La pompe de circulation D reprend le liquide salé dans le réservoir R où il s'est écoulé en sortant du filtre C et le fait circuler dans les tubes des deux réchauffeurs H_1 et H_2 . Sur les tubes du premier réchauffeur H_1 passe un mélange de vapeur et d'eau condensée provenant du dernier cylindre E_6 du sextuple effet, tandis que sur les tubes du second réchauffeur H_2 passe un courant de vapeur arrivant du dernier compartiment I_6 du séparateur.

Le sextuple effet proprement dit, dans lequel va circuler l'eau sortant du second réchauffeur, est constitué par six cylindres renfermant chacun deux serpents. Le cylindre supérieur reçoit la vapeur qui vient directement des générateurs. Cette vapeur est à une pression voisine de $1^{\text{kg}}5$ par centimètre carré, ce qui correspond à une température de 110 degrés. Les cylindres suivants sont parcourus par de la vapeur dégagée par

l'eau salée; la pompe à air maintient, dans les différents cylindres, des pressions variant de $1^{\text{kg}}5$ à $0^{\text{kg}}100$ et correspondant à des températures d'ébullition décroissantes de 110 à 50 degrés.

Le courant d'eau salée sortant du second réchauffeur H_2 traverse successivement les six petits serpents H situés à la partie inférieure des cylindres $E_1, E_2, \dots, E_6$; pendant cette ascension, l'eau salée se réchauffe méthodiquement et, à sa sortie du petit serpent supérieur, elle atteint une température rendant insoluble la plus grande partie des sels dissous dans l'eau de mer, autres que le chlorure de sodium. Aussi, avant le passage dans l'appareil évaporatoire proprement dit, le courant arrive dans un filtre J chauffé par la vapeur provenant directement des générateurs. La réduction de vitesse amène le dépôt des sels en suspension sur le charbon de bois du filtre J. En raison de la nature des sels ainsi déposés qui sont surtout des sels de chaux, ce filtre a été dénommé séparateur de chaux.

Une pompe de circulation G aspire le liquide à la sortie du filtre J et le refoule dans le grand serpent S du cylindre supérieur E_1 . Dans

ce premier cylindre, l'échange de chaleur entre la vapeur directe des chaudières et le liquide du serpent produit, d'une part, la condensation de la vapeur dont l'eau condensée est envoyée aux générateurs par la pompe alimentaire, d'autre part l'évaporation d'une partie de l'eau salée.

Le mélange de vapeur et d'eau salée arrive au premier compartiment I_1 du séparateur. Chaque compartiment de ce séparateur est constitué par un cylindre vertical renfermant : 1° deux cloisons verticales en chicane destinées à la séparation des fines gouttelettes d'eau entraînées mécaniquement par la vapeur; 2° d'un double fond perforé *f* retenant les sels rendus insolubles et qui se sont déposés. Deux échappements sont pratiqués : l'un V à la partie supérieure, pour la vapeur; l'autre L au-dessous du double fond pour le liquide filtré.

La vapeur sortant du premier séparateur circule autour des serpents du second cylindre du sextuple effet. Le grand serpent de ce deuxième cylindre est parcouru par le liquide salé et filtré venant du double fond du premier compartiment du séparateur. La pression

maintenue dans le serpent de ce second cylindre correspond à une température d'ébullition inférieure à celle de la vapeur qui circule autour des tubes, il y a donc une nouvelle portion du liquide qui s'évapore. Les mêmes phénomènes se produisent dans les cylindres suivants, avec cette seule différence que, tandis que l'eau de condensation du premier cylindre fait retour direct aux générateurs, l'eau de condensation des cylindres suivants passe dans les cylindres inférieurs où elle aide aux échanges de chaleur.

A la base du séparateur, c'est-à-dire dans le compartiment I_6 , arrive le mélange d'eau et de vapeur sortant du grand serpent du cylindre E_6 ; par l'orifice I de ce compartiment s'écoule la saumure concentrée qu'une pompe O rejette à la mer, tandis que la vapeur qui s'échappe par la tubulure V arrive dans l'enveloppe du réchauffeur H_2 .

Autour des tubes du condenseur M circulent donc : 1° un mélange d'eau et de vapeur provenant de H_2 ; 2° l'eau de condensation qui a traversé le réchauffeur H_1 . La totalité de l'eau condensée dans tout l'appareil sort par la tubulure T du conden-

seur M; elle est aspirée par la pompe à air qui la refoule sur les filtres où elle achève de se clarifier et de là dans les réservoirs de distribution.

La figure 2 est une vue perspective de l'ensemble de l'installation; elle montre les positions respectives des divers appareils et donne une idée de leurs dimensions. En arrière, monté sur chacun des compartiments du séparateur non représenté sur la figure, se trouve un niveau d'eau avec robinet de prise d'échantillons permettant de suivre la marche des opérations; en outre, sur les canalisations sont disposées des valves permettant le réglage des courants de vapeur et de liquide.

Les cylindres du sextuple effet ont $5^{\text{m}}50$ de longueur et $1^{\text{m}}10$ de diamètre; les séparateurs forment un cylindre vertical de $8^{\text{m}}50$ de hauteur sur $1^{\text{m}}40$ de diamètre. Tout l'appareil, tel qu'il est représenté sur la figure 2, y compris cinq filtres occupant en plan 10 mètres sur $1^{\text{m}}80$, tient dans un bâtiment de 170 mètres carrés, d'une hauteur de 12 mètres au-dessus du sol. Les chaudières fournissant la vapeur primaire sont dans un bâtiment attenant, occupant 10 mètres sur 9 mètres.

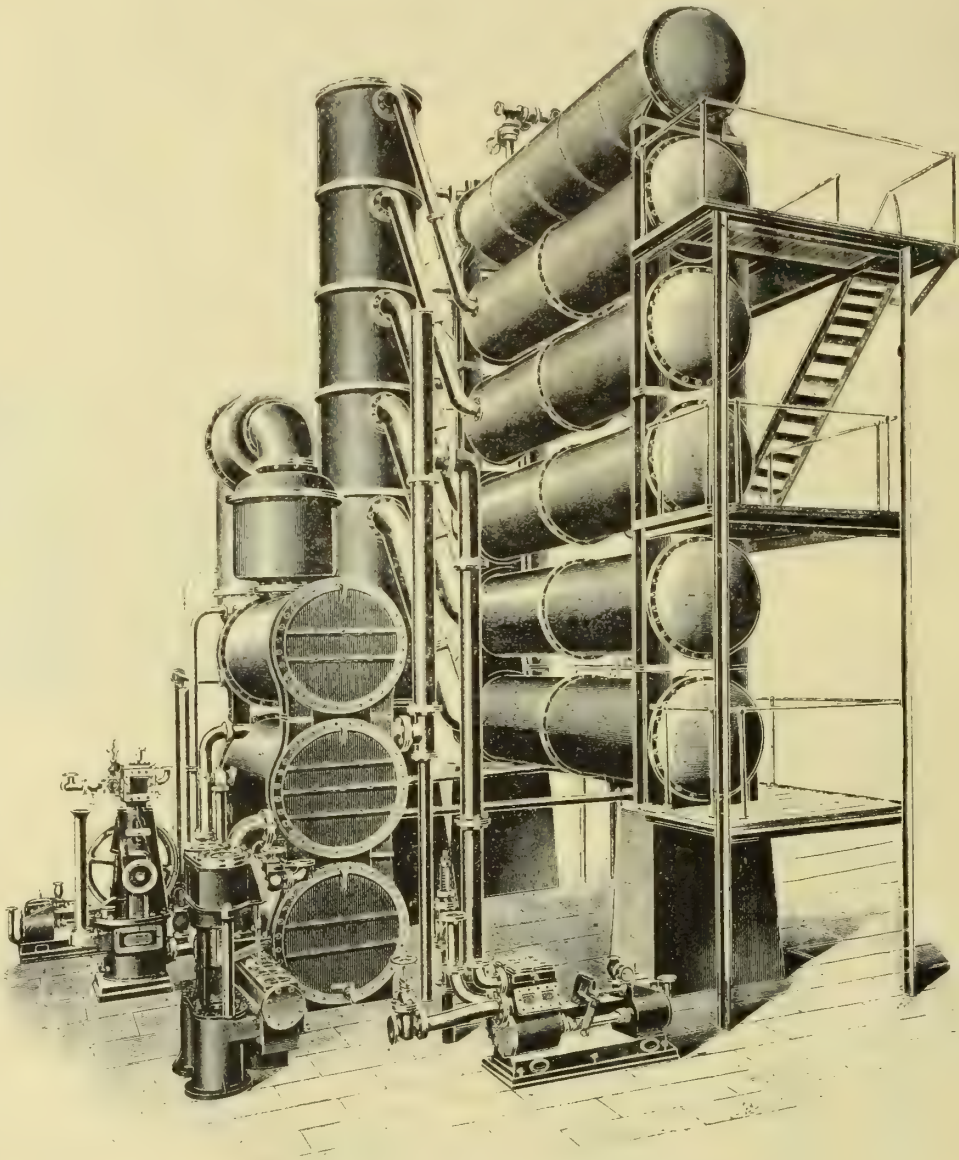


FIG. 2. — Vue perspective de l'ensemble de l'appareil à sextuple effet.

L'ensemble de l'installation se prête bien à la visite et au nettoyage des divers organes qui sont d'ailleurs facilités par des paliers à différents niveaux. L'appareil étant réglé une fois pour toutes, il suffit d'un seul homme pour le surveiller et le maintenir en bonne marche.

L'économie de ce procédé ressort nettement des résultats obtenus en marche normale : avec 1 kilogr. de charbon on peut produire 45 kilogr. d'eau pure distillée ; ce chiffre n'est qu'un rendement moyen qui a été souvent surpassé au cours des nombreux essais et, à ce rendement, l'appareil peut fournir 355 mètres cubes d'eau distillée par journée de vingt-quatre heures.

Dans le cas très fréquent où il y a intérêt à extraire le sel marin de la saumure, l'installation peut être complétée très facilement par l'adjonction de quelques organes supplémentaires, dans lesquels se font d'abord l'évaporation complète de l'eau de la saumure concentrée qui, dans le cas présent, est rejetée à la mer ; puis, le raffinage du sel brut extrait de cette saumure. Dans le même ordre d'idées, on peut adjoindre à l'installation une machine frigorifique, en vue de produire de la glace aseptique et transparente (1).

Des appareils, construits d'après le même principe, se prêtent également à la concentration des liquides et à la préparation de certains produits, comme les extraits de viande, les extraits de bois de teinture, le borax, le sel de soude, la gélatine, la colle, etc.

P. RAULIN,

Ingenieur des Arts et Manufactures.

MINES

EFFETS DU FROID ET DE LA GELÉE sur les explosifs industriels en usage dans les exploitations minières.

L'attention a été rappelée, récemment, sur les modifications aux propriétés des explosifs, actuellement d'usage courant dans les exploitations minières, qui proviennent de l'action du froid et de la gelée. Ces effets étant, dans certains cas, la source de dangers d'accidents, nous nous proposons de les passer en revue en ce qui concerne, soit les explosifs à base de nitroglycérine, soit ceux d'autres catégories.

Tous les explosifs de la première espèce présentent la fâcheuse propriété de se congeler à des températures relativement peu rigoureuses. Cette congélation est assez variable suivant leur teneur plus ou moins grande en nitroglycérine.

La nitroglycérine contenue dans ces corps est, en effet, l'unique cause de leur congélation, et comme elle se congèle, suivant certains auteurs, vers 5 à 6 degrés, suivant d'autres vers 8 et même 12 degrés au-dessus de zéro, il est facile de comprendre que des corps tels que la dynamite-gomme, contenant jusqu'à 90 et 95 % de nitroglycérine, et la dynamite numéro 1, à la gühr, avec une teneur de 75 %, soient très sensibles à l'action des basses températures. Or ces corps, une fois congelés, sont impropres à tout usage courant ; il y a donc nécessité absolue de les dégeler artificiellement et cette opération est toujours, sinon dangereuse, au moins délicate.

Pour éviter, dans les limites du possible, d'avoir à recourir à cet expédient, les exploitants se servant d'explosifs à base de nitroglycérine

avaient pris, dans ces dernières années, l'habitude, par crainte d'accidents, d'emmagasiner de grandes quantités d'explosifs dans les dépôts souterrains. On pouvait ainsi conserver l'explosif assez longtemps pour que sa décongélation s'opérât naturellement. Mais, en 1900, survint la catastrophe des mines d'Aniche, démontrant le danger que présentent les forts dépôts de dynamite au fond, et on limita la quantité autorisée à 100 kilogr. Dans ces circonstances il devenait très difficile de se constituer des réserves suffisantes de dynamite non gelée pendant les temps froids et il était du plus haut intérêt de pouvoir se rendre compte des conditions de congélation et de décongélation de ces corps. M. Saclier, Ingénieur en chef des mines d'Anzin, fut ainsi amené à entreprendre les expériences que nous allons décrire, d'après la conférence qu'il a faite, à ce sujet, devant la Société de l'Industrie Minérale (district du Nord).

Le programme était le suivant :

- 1° Chercher le point de congélation de la dynamite-gomme ;
- 2° Le temps que met à geler une caisse de 25 kilogr. de dynamite-gomme exposée à un froid de x degrés ;
- 3° Le temps que met à dégeler une caisse de 25 kilogr. de dynamite-gomme, gelée à -10 degrés, et exposée dans un milieu à la température sensiblement constante des dépôts souterrains (20 degrés environ).

Ces essais furent faits non seulement avec la dynamite-gomme, mais également repris avec la dynamite n° 1 à la gühr.

On espérait que les résultats obtenus permettraient d'établir d'une façon assez précise la quantité d'explosif à emmagasiner dans la dynamitière souterraine d'une fosse pour satisfaire à tous les besoins du siège (en explosif dégelé, bien entendu), et cela sans avoir besoin de recourir aux procédés de décongélation artificielle.

Voici comment furent organisées les expériences :

Les figures 1, 2 et 3 représentent les coupes longitudinale et transversale, ainsi que le plan de l'appareil d'essais. Celui-ci est formé d'une caisse en tôle A, maintenue dans un grand bac extérieur B à circulation de chlorure de calcium, et constituant la chambre froide. Un couvercle C, garni intérieurement de feutre, recouvre la chambre A et l'isole bien de l'atmosphère extérieure. La caisse de dynamite D, soumise aux expériences, est placée dans la chambre, où une série de thermomètres T_1 T_2 T_3 T_4 T_5 T_6 et T_8 , indiquent les températures.

Ces appareils sont à longues tiges, de façon que leurs graduations intéressantes (dans le cas présent, de -15 degrés à $+20$ degrés) soient bien visibles à l'extérieur. Les thermomètres T_1 et T_2 sont placés entre deux cartouches de dynamite ; T_3 est disposé à l'intérieur même d'une cartouche et, pour qu'il soit facile de suivre les progrès de la congélation, on a pris la précaution de mettre la cartouche elle-même dans un tube en verre. Cette disposition permettait, à tout moment, de retirer la cartouche de la caisse. Les thermomètres T_1 T_5 T_6 donnaient les températures de la chambre, T_7 celle de la solution réfrigérante, enfin le dernier thermomètre

T_8 , placé dans un tube en verre, facilitait l'étude de la congélation d'une cartouche placée isolément. Pour bien isoler la chambre froide, on faisait passer tous les thermomètres par des bouchons en caoutchouc, bien ajustés ; par surcroît de précaution, pour éviter toute action des courants extérieurs, sur chaque appareil était placée une éprouvette de protection en verre.

La température de la chambre froide était maintenue constante par une circulation continue du liquide réfrigérant dans le bac extérieur.

Les premiers essais portèrent d'abord sur une caisse de 25 kilogr. de dynamite-gomme et sur une cartouche isolée du même explosif.

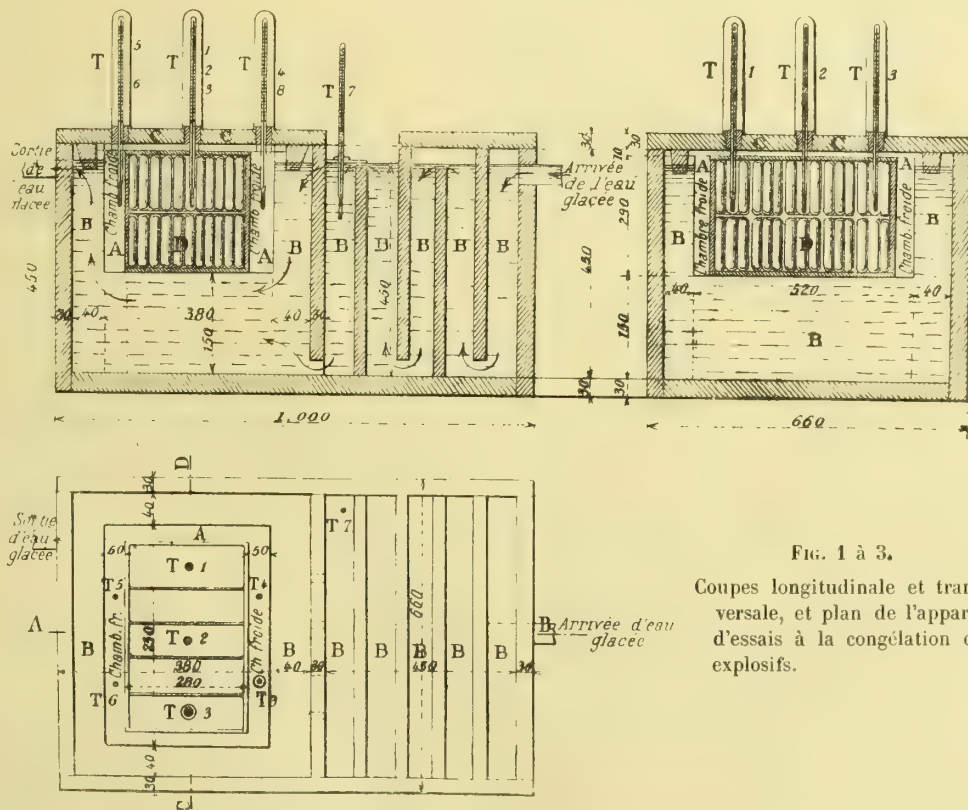


FIG. 1 à 3.

Coupes longitudinale et transversale, et plan de l'appareil d'essais à la congélation des explosifs.

(1) Voir le Génie Civil, t. XLIV, n° 7, p. 109.

L'essai dura quinze jours pendant lesquels la chambre fut maintenue continuellement à -15 degrés. Les thermomètres T_1 et T_2 placés dans la caisse de dynamite, qui au début de l'opération marquaient $+17$ degrés, descendirent rapidement à -11 degrés; celui disposé à l'intérieur même de la cartouche isolée atteignit, au bout de très peu de temps, la température de -15 degrés et y fut maintenu pendant onze jours. Dans un autre essai, une cartouche isolée fut maintenue à -18 degrés pendant seize jours consécutifs.

On constata, après les essais, que la gomme avait bien un peu durci mais qu'elle n'était nullement gelée. Ces résultats parurent si étranges que M. Saclier en informa la Société Générale de Dynamite. Cette dernière ayant fait constater le phénomène, l'expliquait par une surfusion de la nitroglycérine dont on pourrait abaisser le point de fusion de 15 à 20 degrés sans obtenir la congélation, lorsque celle-ci n'est provoquée par aucun cristal de nitroglycérine. Après divers échanges de vues sur ces faits curieux, on décida de faire une nouvelle tentative, cette fois-ci avec la dynamite n° 1 à la gühr. Dans ce nouvel essai, une cartouche isolée était composée mi-partie en gomme, mi-partie en dynamite n° 1; une autre était formée de n° 1 seul. Ici encore une caisse de dynamite n° 1 subit pendant quinze jours, et les cartouches isolées pendant soixante-douze et trente heures, un froid de -15 degrés, sans qu'on ait constaté, après les essais, aucune trace de congélation.

Il était toutefois intéressant de se rendre compte si les explosifs soumis aux essais avaient vraiment conservé toute leur puissance brisante et balistique. La gomme et la gühr ordinaire furent donc comparées au moyen de tirs d'essais au mortier d'épreuve, avec celles provenant de la chambre froide. Les résultats obtenus furent très sensiblement concordants et montrèrent bien que les dynamites soumises aux expériences, malgré la très basse température à laquelle elles se trouvaient, n'avaient subi aucune trace de congélation.

Bien que la première partie des essais ait complètement échoué, puisque la congélation n'a pu être produite artificiellement, il sembla néanmoins intéressant de se rendre compte du temps nécessaire pour que le produit, arrivé à une température de -40 degrés, revint par un séjour prolongé à la température de 20 degrés des dépôts souterrains: 1^o à $+6$ degrés, température donnée par certains auteurs comme point de fusion de la nitroglycérine; 2^o à la température du milieu, c'est-à-dire à $+20$ degrés.

Il ne fallut pas moins de dix-neuf heures pour arriver à la température de décongélation, soit $+6$ degrés, et soixante et onze heures pour que l'explosif revint à 20 degrés, température normale ambiante.

Il est très fâcheux que l'on n'ait pas pu reprendre cette deuxième série d'essais sur de la dynamite vraiment congelée, mais les résultats obtenus semblent prouver qu'il faudrait un temps extrêmement considérable pour obtenir la décongélation complète par le simple emmagasinage à une température de 20 degrés environ.

Ces expériences, bien que restées sans explication, ne sont pas un phénomène isolé. Bien des praticiens avaient déjà signalé la propriété curieuse de la nitroglycérine de se congeler naturellement, mais de rester à l'état ordinaire quand elle était soumise à un froid artificiel assez vif. Déjà, en 1883, M. Roux, Ingénieur en chef des Poudres et Salpêtres, signalait cette curieuse anomalie et écrivait: « La nitroglycérine liquide et la dynamite-gomme gèlent et durcissent en hiver à partir de 6 ou 7 degrés. En été, on peut soumettre ces mêmes matières à un froid artificiel beaucoup plus vif, -40 degrés par exemple, et les laisser ainsi des journées entières, sans obtenir leur congélation. »

De même, M. van Reeth, directeur de la Société de Dynamite de Matagne, en Belgique, dit aussi: « Le problème du gel de la dynamite est fort complexe: la nitroglycérine faite avec des éléments chimiques purs ne gèle qu'à -15 degrés; celle faite industriellement gèle à $+8$ degrés. Pourquoi? Je l'ignore. »

Quoi qu'il en soit, il n'en reste pas moins vrai que si le froid artificiel ne congèle pas la dynamite, les conditions de la pratique n'en restent pas moins difficiles. Cette propriété des corps à base de nitroglycérine, de se congeler à des températures relativement douces, est un grave ennui dans leur emploi et nécessite souvent de grandes précautions en raison des tendances de l'explosif gelé à l'exsudation dangereuse de la nitroglycérine.

Si nous passons maintenant rapidement en revue les différentes classes d'explosifs, pour examiner l'effet des basses températures sur chacune d'elles, nous constatons d'abord que toutes les poudres lentes, du type de la poudre noire, sont absolument insensibles à l'action du froid. Ces corps, constitués de matériaux solides, résistent tout naturellement à l'action des basses températures. Il en est de même des poudres picratées, pyroxyliées et chloratées, enfin de tous les explosifs modernes de sûreté, composés par le simple mélange de corps solides. On voit donc que, sauf les corps à base de nitroglycérine, presque tous les explosifs actuellement employés ne subissent aucune altération par les gelées et les basses températures.

Il est d'autant plus curieux de constater ce fait que les dynamites doivent leur congélation précisément à leur propriété la plus pré-

cieuse, la densité. Si, en effet, la nitroglycérine au lieu d'être liquide était un corps solide, les explosifs qui en dérivent ne constitueraient pas des corps plastiques d'une grande densité. Or, c'est précisément la plus grande densité et la plasticité de ces explosifs, permettant une centralisation facile de la charge au point voulu, qui sont les qualités capitales des explosifs à la nitroglycérine. Mais c'est précisément aussi l'état plastique de ces corps qui les rend sensibles à l'action du froid et, en général, à des variations de température, car si le froid a le fâcheux effet de produire la congélation, la chaleur a l'inconvénient, qui n'est pas moindre, de provoquer l'exsudation de la nitroglycérine.

Quoi qu'il en soit, si les expériences de M. Saclier n'ont pas encore complètement élucidé la question du gel et du dégel des dynamites, elles semblent bien démontrer que le laps de temps nécessaire à la décongélation de ces corps par le simple stationnement au fond est très considérable, et qu'il faudrait probablement plusieurs jours à un explosif bien congelé pour revenir à son état normal.

Dans ces conditions, il est impossible de songer, dans un siège consommant environ 50 kilogr. par jour, à produire la décongélation lente au fond, la quantité en magasin étant équivalente seulement à la consommation de deux jours; et celle-ci serait-elle double, que les mêmes inconvénients subsisteraient encore.

Il nous sera permis d'en conclure que souvent les qualités les plus précieuses d'un explosif peuvent, le cas échéant, se retourner contre lui. C'est pourquoi, dans ces dernières années, l'essor des explosifs de sûreté, malgré leur densité moindre, a été si grand dans tous les pays. En France comme en Belgique, en Angleterre aussi bien qu'en Allemagne ou en Autriche, l'emploi de ces corps, absolument inertes et insensibles, s'est généralisé de plus en plus. Avec eux pas de dangers dans la descente ou dans l'emmagasinage ou les transports, enfin aucune crainte d'explosion fortuite, grâce à une altération par congélation ou exsudation. Ces précieuses qualités suffiraient à elles seules à compenser la moindre densité des explosifs de sécurité, et les soins un peu plus minutieux qu'ils nécessitent par suite de leur grande insensibilité, si précisément cette innocuité absolue, rendant impossibles des catastrophes comme celle d'Aniche et beaucoup d'autres, ne leur avait pas créé une place à part.

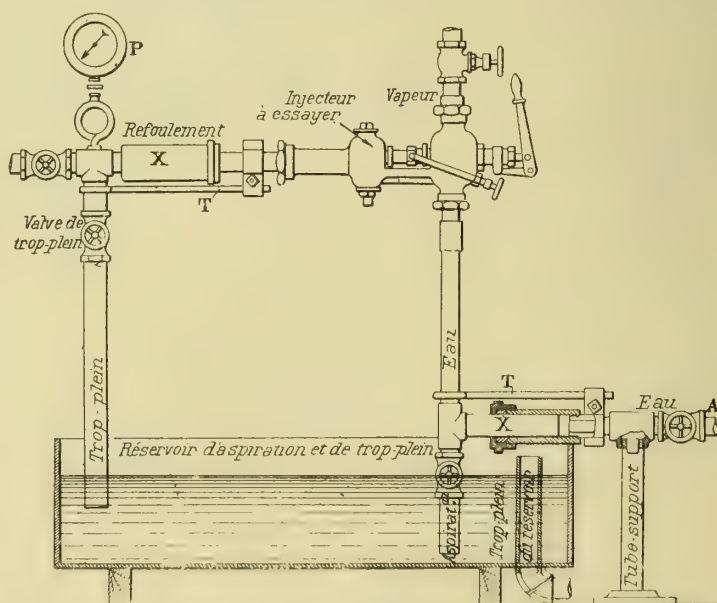
H. SCHMERBER,
Ingénieur des Arts et Manufactures.

VARIÉTÉS

Appareil pour l'essai des injecteurs.

M. F. H. Colvin signale, dans *Machinery*, le dispositif que représente la figure ci-dessous et qu'il emploie pour l'essai des injecteurs, notamment des injecteurs de locomotives.

Le tube d'arrivée d'eau A doit être relié avec un réservoir à niveau



Dispositif pour l'essai des injecteurs.

constant, placé un peu au-dessus de l'injecteur. En réalité, presque tous les injecteurs de locomotives sont du type aspirant, mais, de la sorte, ce dispositif permet aussi l'essai des injecteurs qui ne fonctionnent qu'en charge. La prise d'eau en charge est d'ailleurs utile même pour l'essai des appareils aspirants; si un injecteur qui ne fonctionne pas sur la locomotive fonctionne quand il est alimenté de cette façon,

on a presque la certitude que le défaut se trouve du côté de l'aspiration.

La figure explique suffisamment les dispositions adoptées. On voit en XX des tubes montés sur garnitures, qui permettent d'adapter l'appareil aux diverses dimensions d'injecteurs. Chacun de ces tubes est accompagné d'une tige de fixation T, évitant tout déplacement sous l'influence de la pression. Les tubes étant choisis d'un diamètre (50 millimètres par exemple) qui correspond à la plus grande dimension d'injecteur à essayer, on y adapte les appareils de plus petit calibre ou de formes différentes, à l'aide de raccords appropriés.

L'essai se fait de la façon suivante : l'injecteur étant monté, on ferme toutes les valves, sauf celle d'arrivée de vapeur, qu'on laisse ouverte de façon à maintenir pendant quelque temps la pleine pression dans l'injecteur. On découvre ainsi les fuites dans le corps ou dans les joints. On ferme alors la vapeur, on ouvre le trop-plein, et on refroidit l'appareil par un courant d'eau. On essaie d'amorcer ensuite l'injecteur avec l'eau en charge et le trop-plein ouvert. S'il s'amorce, on ferme graduellement la valve de trop-plein. On pourra lire alors, sur le manomètre P, la pression de refoulement. Pour que l'appareil donne toute sécurité, il faut que cette pression dépasse de 20 % la pression de la vapeur. Si l'injecteur se désamorce avant d'atteindre la pression de la chaudière, il est probable que les tuyères sont usées, et, en les comparant avec les types, on trouvera généralement la tuyère de refoulement usée beaucoup plus que celle de vapeur.

Si le fonctionnement est bon, avec l'alimentation en charge, on ouvre l'aspiration au réservoir et on ferme l'arrivée d'eau en A. Si le fonctionnement laisse à désirer dans ces conditions, le défaut est dans l'aspiration. Si, au contraire, le fonctionnement continue à être satisfaisant, il est bien probable que la difficulté venait de la tuyauterie et non de l'injecteur lui-même.

L'appareil permet de faire des essais d'aspiration d'eau chaude, des essais de hauteur d'aspiration (en branchant sur l'aspiration un indicateur de vide), des essais de débit (en mesurant le temps employé pour vider le réservoir).

Le plus souvent, l'arrêt d'un injecteur est causé par un morceau de bois ou de charbon qui s'est introduit dans les tuyères. Une perte d'eau est généralement l'indice d'un défaut d'alignement des tuyères. Une perte de vapeur, suivie d'un désamorçage, indique que l'eau arrive en quantité insuffisante. Des irrégularités après amorçage indiquent une rentrée d'air du côté de l'aspiration, ou une intermittence dans l'arrivée de l'eau. Des fuites dans le refoulement ont le défaut d'échauffer l'injecteur et de rendre l'amorçage difficile.

Conduite en béton armé pour l'alimentation en eau de Jersey-City (États-Unis).

La conduite de 37 kilom., qui amènera bientôt l'eau du réservoir de Boonton à Jersey-City, a des portions (d'une longueur totale de

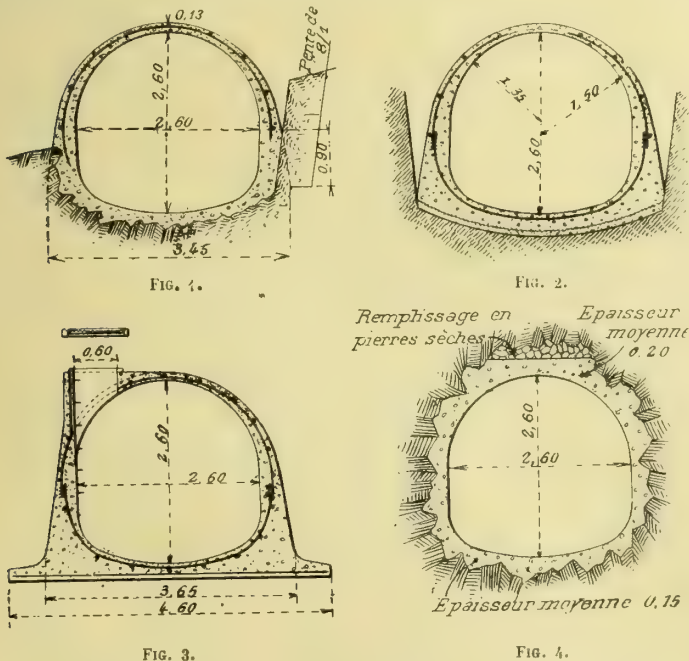


FIG. 1 à 4. — Sections en différents points de la conduite d'eau en béton armé.

5 800 mètres) qui ont été construites en béton armé. Ces parties sont généralement situées dans les sections du trajet qui ont été faites ou en tranchées ou en remblai ; leur pente générale, comme pour le reste de la conduite, est de 92 millimètres par kilomètre. La hauteur intérieure et la largeur sont de 21^m 60.

Voici, d'après l'*Engineering Record*, les types qui ont été adoptés pour chacune des différentes parties.

Le type représenté figure 1 convient aux tranchées qui ont pu être ouvertes en terre ferme ou dans le roc ; la conduite est calculée pour résister à une charge de terre pouvant atteindre 3 mètres de hauteur ; elle a 13 centimètres d'épaisseur à la clef et 28 au maximum aux piedsroits.

Quelques parties situées dans des tranchées plus profondes et recouvertes de terre sur une hauteur de 4^m 50 ont reçu respectivement pour épaisseurs aux mêmes points 20 et 36 centimètres.

L'ossature métallique est formée : 1° de fers carrés de 10 millimètres, tordus à froid, cintrés à la forme de la voûte et placés parallèlement tous les 30 centimètres ; 2° de fers carrés tordus, de 7 millimètres, placés longitudinalement à 60 centimètres l'un de l'autre et attachés aux précédents.

Les premiers fers descendent à 30 centimètres au-dessous du point où commence la maçonnerie de béton qui est assise directement sur le terrain sans renforcement métallique. Ce type a été adopté sur 90 % de la longueur construite en tranchée.

Dans les endroits où le fond de fouille n'a pas présenté une consistance suffisante, on a renforcé le radier par un treillis fait avec des feuilles de tôle coupées et étirées de façon à former des mailles de 75 millimètres de côté (fig. 2). Dans les parties en remblai, le soubassement a été élargi (fig. 3) et rendu plus rigide au moyen d'un treillis en fers carrés tordus. Dans les deux cas, le renforcement du radier et des piedsroits a été complété au moyen des fers cintrés placés à la partie inférieure, et dont les extrémités sont attachées aux fers de la voûte qu'ils dépassent de 30 centimètres.

La figure 4 montre la forme qui a été adoptée dans des sections construites en tunnel dans la roche ; l'épaisseur moyenne y est de 15 centimètres aux piedsroits et au radier et de 20 centimètres à la voûte.

Dans les parties en tranchée et en remblai, des regards ont été disposés tous les 150 mètres (fig. 3) ; ces regards sont de section carrée ; leur couvercle, de forme plate, également en béton armé, est situé à environ 60 centimètres au-dessous de la partie supérieure du remblai ; l'emplacement de ces regards est indiqué extérieurement par des repères.

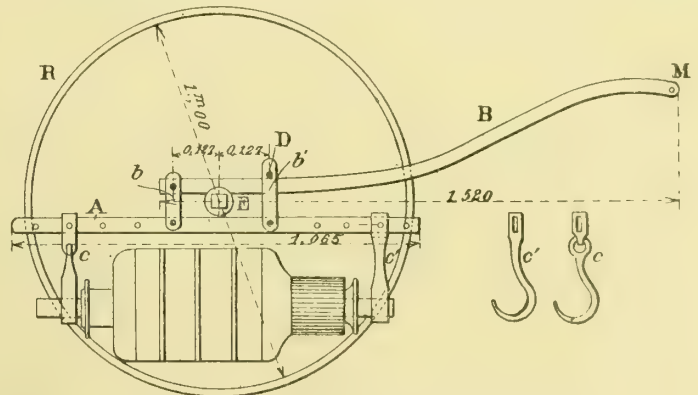
Le béton était composé en volume d'une partie de ciment Portland Atlas pour sept parties de sable et de pierre cassée à la dimension maximum de 5 centimètres.

Les surfaces n'ont reçu aucun enduit.

Chariot pour le transport des induits.

Nous empruntons au *Street Railway* le croquis ci-dessous, qui représente un chariot construit par M. G. S. Patterson, pour le transport des induits de moteurs électriques dans les dépôts de tramways.

Ce chariot est formé de deux roues R de 1 mètre, réunies par un essieu E, la voie étant de 50 centimètres. Une barre B, de 1^m 50 de longueur, s'appuyant sur le milieu de l'essieu, porte à son extrémité M un manche qui sert à la manœuvre du chariot. Cette barre est articulée, par les biellettes bb', à une autre barre A, de 1 mètre environ de longueur, qui porte les deux crochets cc' destinés à soutenir l'armature.



Élévation du chariot pour le transport des induits.

Ces crochets sont d'une dimension suffisante pour recevoir au besoin les coussinets de l'arbre, et l'un d'eux est articulé.

La biellette b', la plus rapprochée de l'opérateur, est suspendue à l'aide d'une broche mobile D. En enlevant cette broche et soulevant M, on abaisse A, ce qui permet d'engager les crochets. En abaissant ensuite M, on peut replacer la broche D, et l'induit se trouve suspendu.

Le peu de largeur de la voie et le grand diamètre des roues permettent au chariot de circuler facilement parmi les obstacles habituels d'un dépôt. On remarquera que la distance entre les crochets cc' est variable à volonté, ce qui permet d'adapter l'appareil aux diverses dimensions des induits.

SOCIÉTÉS SAVANTES ET INDUSTRIELLES

Société des Ingénieurs civils.

Séance du 15 avril 1904.

Présidence de M. L. BOUDENOOT, Président de la IV^e Section.

M. Paul HABETS, Ingénieur des Mines, Directeur des charbonnages de l'Espérance et Bonne-Fortune, Professeur à l'Université libre de Bruxelles, présente une communication (1) sur le Bassin houiller de la Campine (Nord de la Belgique).

Il expose que le principe géologique du parallélisme des rides de l'écorce terrestre faisait présumer le passage, dans le nord de la Belgique, de l'axe synclinal correspondant au bassin houiller du Yorkshire et aux cuvettes septentrionales du bassin West-phalien.

Soixante-quatre sondages, dont plusieurs ont pénétré jusqu'à 1 000 et 1 200 mètres de profondeur, ont fait reconnaître, dans les provinces de Limbourg et d'Anvers, un vaste dépôt houiller. La zone explorée mesure 80 kilom. de longueur et 12 à 20 kilom. de largeur. Les couches affectent une faible pente vers le nord et le nord-est. Toutes les natures de charbon, depuis les houilles à gaz jusqu'aux houilles maigres, ont été reconnues. Des études paléontologiques permettent de caractériser l'allure stratigraphique générale du terrain houiller exploré.

Le gisement est recouvert par des morts-terrains secondaires et tertiaires, de 300 à 800 mètres d'épaisseur, dont plusieurs assises se sont montrées fortement aquifères. Leur traversée, qui soulève des problèmes irrésolus jusqu'à présent, occasionnera de grandes difficultés pour l'établissement des puits.

Le grand intérêt que présente la mise en valeur de gisements de charbons à gaz, pour lesquels la Belgique est tributaire des bassins houillers étrangers, ne permet pas de douter que l'industrie minière surmonte tous ces obstacles.

En réponse à une question de M. Léon THOMAS, M. Habets répond que le Gouvernement de la Belgique a promis de modifier la loi de 1810, avant de donner des concessions, ou mieux, a promis de ne donner aucune concession avant d'avoir proposé une modification à la loi de 1810. La question en est là, et comme il ne va pas sans inconvénients de modifier une loi, au moment de l'appliquer, peut-être devra-t-on encore attendre un certain temps avant d'avoir une solution.

II. — M. J. G. BOUSQUET parle ensuite des Richesses minérales des Indes orientales néerlandaises.

Cette communication, déjà présentée (2) à la Société de l'Industrie minière (séance du 18 février 1904), est divisée en trois parties :

Coup d'œil d'ensemble sur la colonie. — Le domaine colonial de la Hollande en Asie a une superficie de 2 millions de kilomètres carrés. La population, très inégalement répartie, atteint près de 36 millions d'habitants. A côté d'une île très peuplée, Java, le reste du pays est couvert de la forêt équatoriale et ne possède qu'une population clairsemée.

L'agriculture est la principale ressource du pays; on cultive la canne à sucre, le thé, le café, le tabac, le cacao; ensuite viennent des spécialités comme l'indigo, le quinquina, la vanille, la noix de muscade et les diverses épices. Les exportations se chiffraient, en 1901, par 520 millions de francs, contre 460 millions à l'importation. La majeure partie des exportations est dirigée vers la Hollande (Rotterdam et Amsterdam).

Le budget de la colonie se monte à 300 millions de francs, sur lesquels près de 100 millions sont consacrés aux dépenses de la guerre et de la marine.

L'industrie proprement dite est insignifiante. On peut citer, en dehors des sucreries, scieries, distilleries et des moulins à riz, quelques savonneries, imprimeries et fabriques d'eaux minérales.

Richesses minérales. — L'industrie minière est toute récente; arrêtée par l'absence de moyens de transport et l'insalubrité du pays, elle n'a pris quelque essor qu'avec la découverte des gisements de pétrole de Java et Sumatra, il y a une vingtaine d'années (3).

Actuellement on exploite d'une façon régulière et

suivie : le pétrole, la houille, l'étain, l'or et l'argent. En outre, les indigènes du sud de Bornéo lavent des alluvions diamantifères, et quelques sources thermales, à Java, donnent de l'iodure de cuivre.

Résultats obtenus. — Les résultats obtenus jusqu'à présent sont, sauf ce qui concerne le pétrole et l'étain, assez peu satisfaisants. La cause en est d'abord dans l'inexpérience des exploitants; en outre, les richesses réelles existantes ne sont pas illimitées et l'éloignement de la plupart des gîtes métallifères des centres habités grève l'exploitation de frais élevés. Enfin, l'usage fait des capitaux investis dans les entreprises a été souvent des moins judicieux, tandis que le fonds de roulement d'une mine en exploitation est généralement insuffisant.

Ces fâcheux errements semblent devoir disparaître.

La loi minière des Indes hollandaises, assez libérale dans ses dispositions principales, établit le principe des concessions à terme limité (75 ans); elle rend toutefois très difficile la participation des étrangers à l'exploitation des richesses minérales du sol national.

A. B.

Académie des Sciences.

Séance du 25 avril 1904.

Chimie. — I. — *Sur l'or colloïdal.* Note de M. HANRIOT, présentée par M. Armand Gautier.

Lorsqu'on traite une solution alcaline d'or par divers réducteurs, on obtient des solutions fortement colorées en bleu ou en rouge que l'on suppose renfermer de l'or colloïdal soluble. Ayant précédemment montré que les diverses variétés d'argent colloïdal constituent autant d'espèces chimiques distinctes, l'auteur a recherché si, dans ces solutions colloïdales, l'or ne serait pas sous forme de composé complexe.

Henrich a décrit, sous le nom d'or colloïdal, des solutions qu'il obtient en traitant le chlorure d'or par divers phénols réducteurs tels que la pyrocatechine et l'hydroquinone.

Ce composé se présente alors sous forme d'une poudre d'un bleu violacé, légèrement soluble dans l'eau pure, mais insoluble dans un léger excès d'acide sulfurique ou azotique ainsi que dans leurs sels alcalins. Il se dissout au contraire aisément dans les alcalis, surtout dans l'ammoniaque. On peut chasser l'excès d'ammoniaque par l'ébullition sans précipiter l'or. Les acides énergiques le précipitent de ces dissolutions.

Le précipité formé par les acides est hydraté et l'eau fait partie de sa constitution. Aussi, quand on le dessèche à 100 degrés, il perd définitivement sa solubilité dans les alcalis. Quand il a été séché au-dessous de 40 degrés, il perd également cette solubilité, mais peut la reprendre partiellement par un long contact avec l'eau.

D'après ses propres recherches, dont M. Hanriot donne les résultats, l'or colloïdal, préparé par la méthode de Henrich, peut être précipité de ses solutions par les acides, rester insoluble à cet état, mais se redissoudre dès qu'on ajoute un alcali. Il n'est donc pas possible d'admettre que les solutions soient formées de fines particules d'or non agglomérées, puisque ce corps garde sa solubilité, même après être passé à l'état solide. Il manifeste en outre des propriétés acides, faisant avec les divers métaux lourds des sels, tantôt solubles et aptes aux doubles décompositions, tantôt insolubles, c'est-à-dire ayant chacun leur individualité propre.

II. — *Sur les alliages plomb-aluminium.* Note de M. H. PÉCHEUX, présentée par M. J. Violle.

M. Pécheux, recherchant des alliages à haute résistance, a préparé divers alliages plomb-aluminium.

Il n'a pu obtenir que des alliages contenant 90 à 97 % d'aluminium. Ceux-ci sont inoxydables à l'air humide, et à la température de la coulée. Ils sont attaqués à 13 degrés, par l'acide chlorhydrique (l'aluminium seul est attaqué) et par l'acide sulfurique concentré (sulfate double) avec dégagement d'hydrogène; à chaud, l'acide sulfurique les attaque en dégageant du gaz sulfureux; l'acide azotique concentré les attaque vivement à chaud (bioxyde d'azote); il les attaque à peine à froid. La potasse caustique en solution concentrée les attaque aussi à froid, ainsi que l'eau régale; le gaz sulfhydrique noircit légèrement les alliages à 92 % ou 93 %. Ces alliages n'at-

taquent pas l'eau distillée, ni à froid, ni à 100 degrés.

Géodésie. — I. — *Rapport présenté au nom de la Commission chargée du contrôle scientifique des opérations géodésiques de l'Equateur.*

La Commission chargée par l'Académie du contrôle scientifique des opérations géodésiques de l'Equateur s'est réunie le 8 mars dernier pour entendre le rapport de M. le commandant Bourgeois sur les travaux effectués pendant l'année 1903.

L'année 1903 devait être consacrée : à l'achèvement des opérations du tronçon nord; aux observations géodésiques de la section Riobamba-Cuenca; aux travaux astronomiques à Cuenca; aux observations magnétiques; au commencement du nivellement de précision.

Ce programme n'a pu être entièrement rempli; les opérations du tronçon nord n'ont été terminées qu'au 15 février 1904, par suite des circonstances météorologiques très défavorables.

II. — *Essai d'une détermination de différence de longitude par transport de l'heure.* Note de M. Paul DITISHEIM, présentée par M. Lœwy.

Les progrès réalisés récemment dans la construction des chronomètres rendaient intéressante une nouvelle étude de la question de la détermination des longitudes par transport de l'heure.

Jusqu'ici, de telles déterminations étaient faites à l'aide de chronomètres de marine avec échappement à détente; mais cet organe qui, au repos, fonctionne d'une façon parfaite, est très sensible aux secousses, et laisse parfois échapper une oscillation, entraînant ainsi un retard d'une demi-seconde dans la marche de la pièce. L'échappement à ancre, au contraire, considéré comme moins précis, n'est pas soumis à ce défaut, et constitue l'échappement par excellence des pièces destinées à être transportées et soumises à d'inévitables trépidations.

L'auteur rend compte des expériences qu'il a faites avec cinq chronomètres de bord, du type en usage sur les petits navires, et munis du balancier compensateur acier-nickel et laiton de M. Ch.-Ed. Guillaume. Les déterminations ont été faites sur la différence Paris-Neufchâtel, qui est relativement mal connue. Deux voyages aller et retour ont eu lieu, et la moyenne de toutes ces mesures a donné une valeur de 18° 28' 8".

Hydrologie. — *Sur les décrues des rivières.* Note de M. Edmond MAILLET, présentée par M. Jordan.

Si l'on considère une crue en un point P d'un cours d'eau, le bassin versant n'étant pas trop grand, et si les pluies viennent à cesser, la décrue se produit; elle est assez lente si le bassin comprend suffisamment de terrains perméables, l'influence des terrains imperméables cessant, au contraire, très vite, par exemple au temps t_0 , où la hauteur est h_0 .

On peut alors se demander si une formule :

$$t - t_0 = \varphi(h_0) - \varphi(h)$$

n'est pas applicable à cette décrue, φ étant une fonction caractéristique du point P, à moins que de nouvelles pluies ne tombent.

L'auteur a cherché à obtenir de pareilles formules pour diverses stations hydrométriques du bassin de la Seine; et propose la fonction :

$$h + C = (h_0 + C)e^{-\alpha(t-t_0)},$$

où h et h_0 sont exprimés en mètres, t et t_0 en jours.

Il indique les valeurs de α et de C pour plusieurs de ces stations.

Le phénomène prédominant ici pendant la décrue paraît être notablement différent du phénomène de l'écoulement des eaux à travers les canaux capillaires de fortes nappes souterraines. Il semble plus juste d'admettre que la décrue est surtout soutenue par l'égouttement des terres et les sources éphémères qui en résultent.

Pathologie végétale. — *Recherches sur la brunissure de la vigne.* Note de M. L. RAVAZ, présentée par M. Prillieux.

La brunissure a été attribuée aux causes les plus variées. M. Ravaz, ayant déjà montré que cette affection était due à un excès de production, a entrepris les nouvelles expériences de contrôle suivantes :

Dans le vignoble de l'École d'Agriculture de Montpellier, il a choisi une parcelle d'Aramon greffé sur Riparia, et l'a divisée en trois parties. La première

(1) Voir le *Genie Civil*, t. XLIV, n° 25, p. 404.

(2) Voir le *Genie Civil*, t. XLIV, n° 24, p. 338.

(3) Voir le *Genie Civil*, t. XLIV, n° 4, p. 46.

a été soumise à une taille très courte, la seconde a été taillée comme d'ordinaire, et dans la troisième on a laissé à chaque souche un grand nombre de coursons à quatre yeux.

Les souches taillées très court ont produit, en moyenne, 3 kilogr. par pied : elles n'ont pas présenté trace de brunissure, leur feuillage était encore d'un beau vert longtemps après les vendanges.

Les souches soumises à une taille modérée ont produit 5*700 par pied. La brunissure n'a atteint que quelques ceps très chargés de fruits.

Les souches soumises à une taille généreuse ont produit en moyenne 6*890. La plupart ont été fortement endommagées par la brunissure.

Enfin, parmi ces dernières, un rang entier a été dépouillé de toutes ses grappes de la floraison : les souches n'ont pas porté trace de brunissure.

Les altérations les plus caractéristiques de la brunissure apparaissent surtout à la face supérieure des feuilles; elles ne se montrent exclusivement à la face inférieure que si la feuille est retournée. Il est évident que les conditions météoriques jouent un rôle dans la manifestation des symptômes visibles de la maladie, comme le montrent les expériences suivantes :

Quatre souches chargées de fruits ont été maintenues couvertes par moitié avec une planche de largeur suffisante. La moitié du feuillage et des fruits de chacune d'elles n'a donc pas reçu, depuis le 15 juillet jusqu'après les vendanges, la lumière directe du soleil. Le feuillage ombragé de deux de ces souches a été arrosé chaque soir, afin de produire une sorte de rosée artificielle et d'apprécier le rôle de l'humidité. Le feuillage ombragé des deux autres souches n'a pas été arrosé.

La brunissure s'est déclarée seulement sur les rameaux placés à l'air libre; à l'ombre, les feuilles sont restées d'un beau vert.

En résumé, la brunissure est un cas particulier de l'appauvrissement de la plante amené par la production. Elle est d'autant plus intense que la production est plus considérable par rapport à la masse totale de la souche. Il est donc facile d'éviter cette affection, soit en diminuant la production, soit en augmentant la végétation, soit en faisant usage de fumures riches en potasse. C'est une affection des vignes jeunes, qui s'atténue à mesure que la souche se développe; et c'est sans doute pour cette raison qu'elle n'a pas été signalée avant la reconstitution des vignobles détruits par le phylloxéra.

Physique. — Sur le point de fusion de l'or et la dilatation de quelques gaz entre 0 et 1000 degrés. Note de MM. Adrien JACQUEROD et F.-Louis PERROT, présentée par M. Lippmann.

Le point de fusion de l'or est un des repères pyrométriques les plus importants. Les mesures récentes présentent encore entre elles des divergences considérables qui peuvent être attribuées aux difficultés de ces déterminations, ou à la variété des méthodes employées (thermomètre à gaz, à résistance de platine, couple thermo-électrique). Barus indique 1091 degrés, Callendar 1061 degrés, Heycock et Neville 1061 degrés, Holborn et Wien 1072 degrés, D. Berthelot 1064 degrés, Holborn et Day 1064 degrés.

Les auteurs se sont proposé de déterminer en valeur absolue la température de fusion de l'or au moyen d'un thermomètre à volume constant, à ampoule de silice; puis, de comparer, au moyen du même instrument, la dilatation de quelques gaz jusqu'à cette température élevée.

Après avoir indiqué sommairement leur dispositif expérimental, ils annoncent :

Que le point de fusion de l'or au thermomètre à azote (volume constant), à une pression initiale de 200 millimètres environ, est voisin de 1067 degrés;

Que les coefficients de dilatation de l'azote, l'air, l'oxygène et l'oxyde de carbone, entre 0 et 1000 degrés, sont excessivement voisins;

Que la dilatation de l'acide carbonique entre 0 et 1000 degrés est un peu inférieure à ce qu'elle est entre 0 et 100 degrés, tout en restant notablement supérieure à celle des gaz cités plus haut.

Ces mêmes déterminations seront reprises au moyen du thermomètre à *helium*, dont les indications doivent se rapprocher beaucoup de l'échelle absolue des températures, et permettre de calculer exactement les coefficients de dilatation de divers gaz à haute température.

A. B.

BIBLIOGRAPHIE

Revue des principales publications techniques.

CHEMINS DE FER

Le transport du poisson par voie ferrée, en Angleterre. — M. FRAHM donne quelques renseignements, dans la *Zeitung des Vereins deutscher Eisenbahnverwaltungen*, du 5 mars, sur le transport du poisson par voie ferrée, entre le port de Great Grimsby, sur la mer du Nord, et les villes de Sheffield, Liverpool, Manchester, Londres, etc.

Ce transport a pris d'autant plus d'extension que la pêche et l'industrie tendent à prévaloir, en Angleterre, sur l'agriculture.

La Compagnie du Great Central Railway a favorisé ce développement, notamment en construisant des wagons spéciaux de 15 tonnes, en accélérant les trains qui en comportent, et en améliorant la gare des marchandises de Great Grimsby.

La prospérité de cette ville s'affirme par le fait que sa population, de 8600 âmes en 1852, est aujourd'hui de 65000 habitants qui possèdent 50 grands chalutiers à vapeur, 424 petits et 47 voiliers. Les expéditions de poisson ont passé de 460 tonnes, en 1854, à 165000 tonnes en 1902; celles de charbon atteignent 2 millions de tonnes, pendant qu'on importe 350000 tonnes de bois.

La Compagnie est également propriétaire de treize vapeurs, la plupart de plus de 1000 tonneaux, qui desservent Hambourg, Anvers et Rotterdam.

Les deux bassins réservés au commerce du poisson couvrent près de 13 hectares, et sont bordés de voies de chargement; une usine voisine fournit la glace nécessaire aux wagons, et dispense d'en importer de Norvège, comme jadis. Le mouvement quotidien comprend parfois 400 wagons.

Sur le chalutier, les poissons capturés sont, tantôt placés vivants dans un réservoir, tantôt conservés dans la glace ou salés. Les grands vapeurs ne rentrent qu'après avoir complété leur cargaison, c'est-à-dire après une campagne d'un mois. On tend de plus en plus à ne tuer les poissons qu'au moment de les expédier, pour les emballer dans la glace et les amener le plus vite possible sur le marché.

Les nouveaux wagons de 15 tonnes, à bogies, ont 13^m 75 de longueur; ils sont couverts et munis de quatre portes. Le plancher est en cuvette, avec évacuation des eaux dans l'axe de la voie. Les parois sont pleines dans le bas, à jalousies dans la partie supérieure; elles sont entièrement blindées en zinc. Les wagons sont munis de freins à air et peuvent circuler dans les trains de voyageurs; leur poids mort, qui dépasse 19 tonnes, pourrait, semble-t-il, être réduit par quelques modifications. Ces wagons sont utilisés pour le service direct de Great Grimsby à Londres: le premier train part, par exemple, à 5 heures et demie du soir, et arrive vers minuit et demi, pour être déchargé dans la matinée avant l'heure du marché.

La conservation des traverses de chemins de fer. — La *Zeitschrift des Oesterreichischen Ingenieur-Vereines*, du 26 février, résume une conférence de M. MAUTHNER, sur l'emploi des traverses et leur conservation.

Si l'on évalue à 1200000 kilom. la longueur totale des voies ferrées du globe, celles-ci ne nécessitent guère moins de 1200 millions de traverses en bois, sans parler des autres types. Une telle consommation suppose environ 1200 millions d'hectares de forêts.

Bien qu'en Allemagne les traverses métalliques tendent à se répandre (27 % de la consommation pour 1901, contre 73 % de traverses en bois), ces dernières sont les plus employées partout, et leur prix tendrait à monter, si l'on ne se préoccupait de prolonger leur durée par des artifices nouveaux.

L'auteur rappelle les nombreux procédés d'injection : Boucherie, Blyth, Bréant, Pfister, Bethell, Rütgers, etc., et indique dans un tableau les durées d'emploi que donne l'Ingénieur russe Herzenstein, pour des traverses injectées de liquides divers : chlorure de zinc, sulfate de cuivre, huile de goudron, créosote et mélange de ceux-ci. Il publie également la statistique des quantités de traverses, en bois et en fer, employées en Allemagne, en Autriche et en Hongrie, de 1891 à 1901, et signale les tirefonds spéciaux dont l'emploi tend à se généraliser (*).

(*) Voir le *Génie Civil*, t. XL, n° 26, p. 432, et t. XLIII, n° 7, p. 107.

HYDRAULIQUE

Correction et purification de l'eau. — *L'Iron Age*, du 11 février, reproduit un mémoire dans lequel M. J. C. W. GRETH étudie la correction des eaux en ce qui concerne leur emploi aux usages industriels.

Les différentes parties de la question sont passées en revue sous les titres suivants : impuretés de l'eau, en quantité et en qualité, et leurs effets; effets du tartre et action des acides sur le métal des chaudières et des conduites; appareils mécaniques employés à la correction et discussion des résultats qu'ils donnent; poudres et compositions désinfectantes, réactions chimiques de la correction; formes sous lesquelles sont employées la soude et la chaux; avantages et inconvénients des systèmes continus et intermittents; frais d'établissement; économie des opérations de correction.

HYGIÈNE

Filtration rapide des eaux d'alimentation de Chester (États-Unis). — La population de la petite ville de Chester (Pennsylvanie) est actuellement de 38000 habitants.

La ville est alimentée par les eaux de la Delaware qui, avant d'être livrées à la consommation, doivent être purifiées et filtrées. Le service des eaux a dû modifier plusieurs fois ses installations. C'est la description de celles-ci que donne l'*Engineering Record* du 27 février. L'installation actuelle doit faire face à une consommation journalière qui varie de 12600 à 15800 mètres cubes.

Les pompes d'alimentation fonctionnent pendant 12 heures par jour, et envoient ainsi dans des réservoirs l'eau nécessaire à la consommation maximum de 24 heures. L'eau arrive dans un premier réservoir muni de cloisons verticales en chicane autour desquelles elle circule d'une façon continue à vitesse réduite; elle y séjourne en moyenne pendant deux jours et demi et abandonne ainsi la majeure partie des matières en suspension les plus lourdes qu'elle renferme. Elle passe ensuite dans un deuxième réservoir de même capacité et présentant également des chicanes. Aux trois quarts de son parcours elle reçoit une dissolution de sulfate d'alumine; le quart du chemin qui lui reste alors à parcourir se fait dans plusieurs compartiments, dans lesquels le coagulum se dépose en majeure partie; l'eau reste néanmoins trouble et doit être renvoyée aux filtres.

Ces filtres, au nombre de huit, sont des cuves cylindriques de 4^m 25 de diamètre intérieur, sur 2^m 10 de hauteur. Elles sont tout en bois de cyprès, le fer devant être absolument exclu à cause de l'attaque qu'il subit quand il est mis en contact avec l'eau à filtrer.

L'eau arrive dans chaque cuve par sept cent dix crépines montées sur des branchements de la conduite en fer. La filtration se fait à travers des couches superposées de gravier et de sable fin.

Pour nettoyer le filtre, on fait arriver sous pression faible de l'eau pure en sens inverse du chemin suivi par l'eau pendant la filtration; en même temps, on fait mouvoir un agitateur dont les dents peuvent être descendues à volonté; il suffit le plus souvent de nettoyer ou de renouveler la couche de sable supérieure sans toucher à la partie inférieure.

On respecte ainsi la couche protectrice efficace formée dans les parties inférieures et constituant, comme on le sait, la véritable couche filtrante qui retient les microbes pathogènes.

Dans ces conditions, le filtre est constamment mûr et toujours prêt à fournir immédiatement de l'eau claire et potable. Ce n'est qu'exceptionnellement, quand la couche efficace a gagné les parties tout à fait inférieures de la cuve, et que son épaisseur s'oppose à une filtration rapide, qu'on procède à un nettoyage complet. En définitive, cette disposition, en supprimant les périodes de mûrissement qui, ici, eussent pris environ une dizaine de jours, évite un gaspillage de temps et d'eau, augmente la durée de grand débit du filtre et revient en somme, grâce à une meilleure utilisation du filtre, à une augmentation de la vitesse de filtration.

Les huit filtres, dont six ou sept sont généralement en service, sont placés dans un bâtiment avec deux cuves servant à préparer la dissolution coagulante de sulfate d'alumine, la pompe, une machine motrice et sa chaudière.

La pompe ne sert qu'à amener l'eau dans le premier réservoir de décantation; la circulation des liquides se fait ensuite par simple gravité. Des robinets, manœuvrés par les variations de niveau, règlent automatiquement le débit des différentes conduites.

MÉCANIQUE

Le calcul des profils et des dimensions des crochets de levage. — M. GRIFFEL, après avoir rappelé les indications données, il y a longtemps déjà, par plusieurs Ingénieurs (Redtenbacher, Glynn, Reuleaux), pour le calcul des crochets de levage, reprend cette question dans le *Dinglers Polytechnische*, des 27 février, 5, 12 et 19 mars.

Après avoir déterminé les efforts subis par les sections diamétrales, horizontale et verticale du crochet, il recherche les gabarits qui pourraient être préférés au profil pyramidal généralement employé par les constructeurs, et recommande des profils se rapprochant d'un T dont les ailes seraient tournées vers l'intérieur du crochet.

MÉTALLURGIE

Fabrication de la fonte par les indigènes, aux Iles Philippines. — Le Corps des Mines des Etats-Unis a chargé M. H. D. MAC CASKEY d'une mission aux Iles Philippines en vue d'étudier l'état actuel de l'industrie minière et métallurgique. C'est un extrait du compte rendu de ce voyage que publie l'*Iron Age*, du 3 mars; cet extrait ne concerne que la région de Bulacan et, en particulier, la vallée de l'Angat où la fabrication indigène de la fonte a pris une certaine importance.

L'auteur fait d'abord une description géographique de la région, puis un historique de son industrie minière; il montre que son importance remonte certainement à plusieurs siècles, bien que les plus anciens documents écrits qui y soient relatifs, ne datent que de 1781. La reconnaissance des gîtes est assez difficile, car les indigènes ne creusent qu'à de très faibles profondeurs et les travaux, dès qu'ils sont abandonnés, sont rapidement envahis par la végétation très active de la zone tropicale et disparaissent. Néanmoins, il semble qu'au moins pour la région d'Angat, on soit en présence d'un amas très puissant, très riche et très facile à exploiter.

M. Mac Caskey donne la description des principaux centres d'exploitation, des particularités géologiques et minéralogiques qu'il a relevées ainsi que l'analyse de cinq minerais tout-venants pris comme types. Ces minerais sont surtout des hématites, il y a aussi des magnétites et d'autres qui sont imprégnés de pyrite. Les résultats d'analyses qui sont citées montrent que la teneur en fer varie de 44 à 64 % et que le soufre, sauf dans les minerais pyritifères, et le phosphore sont absents ou n'existent qu'en très petites quantités, ce qui explique la facilité et le succès du traitement élémentaire que les indigènes font subir à ces minerais.

L'industrie consiste uniquement dans la fabrication de socs et de couteaux de charrue en fonte, ces deux pièces vendues ensemble constituant un jeu. Il y a neuf fourneaux dans la province de Bulacan fabriquant ainsi 58 000 à 60 000 jeux par an et occupant 80 à 90 ouvriers ou maîtres-ouvriers. La production trouve preneurs sur les lieux mêmes pendant les mois du labourage (mai et juin); elle est alors très active; elle l'est beaucoup moins pendant le reste de l'année; les produits sont expédiés dans les villes et notamment à Manille.

Le fourneau, légèrement tronconique, a 1^m 45 de diamètre dans sa plus grande largeur, et 2^m 25 de hauteur totale; ses parois ont une épaisseur de 30 à 35 centimètres, elles sont faites d'argile prise sur les lieux mêmes et munies intérieurement d'une garniture siliceuse provenant de lieux plus éloignés et destinée sans doute à fournir la silice qui manque au minerai.

Le fourneau est renforcé extérieurement par des cercles qui sont le plus souvent en bois et plus rarement en fer.

L'installation est toujours temporaire et dure tant que les forêts avoisinantes fournissent facilement le charbon de bois qui est employé comme combustible. Quelques outils en fer et un peu de noir animal servant à enduire l'intérieur des moules, sont les seules matières que cette industrie très prospère doit se procurer à l'extérieur. Elle vit, sauf cette petite exception, des seules ressources que lui fournit la région.

L'auteur pense que cette industrie prendrait un grand développement si on lui appliquait les procédés modernes.

Le nettoyage des pièces de fonderie au moyen d'eau acidulée. — M. ECKELT préconise, dans le *Stahl und Eisen*, du 15 mars, pour le nettoyage des pièces de fonderie, l'emploi de jets d'eau acidulée

de préférence aux brossages et aux machines à jet de sable.

L'installation, en principe, consiste simplement en un réservoir supérieur d'où l'eau tombe par des pommes d'arrosoir ou des lances appropriées, sur les objets disposés sur des chevalets; l'eau se rassemble dans une cuvette et une pompe la reprend pour la renvoyer au réservoir, à moins qu'on ne l'évacue pour la remplacer. D'autres lances permettent ensuite de laver à l'eau pure les pièces décapées.

L'auteur fait ressortir les avantages économiques que présente, selon lui, ce procédé encore peu répandu.

PHYSIQUE INDUSTRIELLE

Les conduites et orifices de distribution dans les machines à vapeur. — M. GUTERMUTH publie, dans la *Zeitschrift des Vereines deutscher Ingenieure*, du 5 mars, de nombreux graphiques relevés au laboratoire de l'École technique de Darmstadt, et relatifs au fonctionnement des organes de distribution des machines à vapeur.

L'auteur fait ressortir l'influence de la forme et de la section des orifices et des conduits, et celle de la vitesse, régulière ou variable, des mouvements d'ouverture et de fermeture des distributeurs, sur la pression effective de la vapeur et sur la forme des diagrammes.

TRAVAUX PUBLICS

La correction des torrents dans la région de l'Elbe supérieure. — M. HANISCH donne, dans l'*Oesterreichische Wochenschrift*, du 5 mars, le compte rendu sommaire des travaux de régularisation et de correction entrepris, sur divers torrents, depuis 1899, dans le bassin de l'Elbe supérieure, qui embrasse plus de 57 kilom. carrés. Ce sont des perrés, des seuils, des épis, des digues d'importance variable et dont l'ensemble a coûté 425 000 francs.

Ouvrages récemment parus.

Traité théorique et pratique de Métallurgie générale, par L. BABU, professeur à l'École supérieure des Mines. Tome I. *Éléments et produits des opérations métallurgiques.* — Un volume grand in-8° de 588 pages, avec 148 figures. — Ch. Béranger, éditeur, Paris, 1904. — Prix : relié, 25 fr.

Ce traité, dont le premier volume vient de paraître, marque, dans sa spécialité, la dernière étape nettement accusée de l'évolution des méthodes d'enseignement.

Ce n'est plus, comme dans les anciens traités, l'exposé des opérations successives auxquelles sont soumises les matières premières des métaux pour arriver à obtenir le produit industriel, qu'il fait l'objet de ce livre, mais l'ensemble des opérations qu'on y envisage et dont on établit les facteurs élémentaires les plus généraux.

Les cinq principaux, suivant l'auteur, sont :

1° Les matières premières dont on doit extraire les métaux;

2° L'énergie empruntée au monde extérieur, et principalement à la houille, nécessaire pour réaliser l'extraction des métaux;

3° Le capital nécessaire pour l'installation des machines servant à la mise en œuvre de l'énergie;

4° La main-d'œuvre indispensable pour mettre les machines en mouvement et les appliquer à leur but;

5° Les propriétés des matières traitées dont la connaissance est la base de tous les procédés de fabrication.

Gruner, dans la méthode adoptée dans son beau *Traité de Métallurgie générale*, avait tracé la voie dans laquelle s'est résolument engagé M. Babu; et cette méthode, le professeur américain, M. H. Howe, après l'avoir préconisée en toutes circonstances, l'a pour ainsi dire faite sienne dans son enseignement de la métallurgie à la Columbia University, à New-York.

Mais, avant lui, M. Le Verrier, élève de Gruner, l'avait mise en pratique, il y a vingt ans, dans son cours de métallurgie générale professée à l'École nationale des Mines de Saint-Étienne, publié par Baudry en 1887.

Dans ce premier volume de la *Métallurgie générale* de M. Babu, la plus grande partie est consacrée d'abord à l'étude de l'énergie dans ses transformations et ses différentes applications, telles que le

chauffage des fours; ensuite, à l'étude des propriétés des alliages et des laitiers.

La seule observation que comporte ce livre porte sur le grand développement donné à la question des laitiers qui reste et restera longtemps encore dans l'empirisme, au détriment de la question de la constitution des aciers dont l'importance pratique ne le cède en rien à son intérêt théorique.

Bien que M. Babu nomme avec un soin scrupuleux les auteurs des travaux qu'il résume avec beaucoup de lucidité dans son livre, on doit souhaiter, cependant, voir figurer dans le second volume annoncé une bibliographie complète qui sera appréciée du lecteur désireux de remonter aux origines.

Quant aux quelques erreurs que l'on aurait à signaler, et que l'auteur le plus scrupuleux et le plus avisé ne saurait éviter dans une œuvre résumant un si grand nombre de faits de la pratique et de la science, le lecteur spécialiste les relèvera aisément en attendant qu'elles aient disparu dans une deuxième édition qui ne saurait se faire trop attendre.

Citons, en terminant, les titres des seize chapitres en lesquels se divise ce premier volume : I. Minerais. — II. Capital. — III. Travail. — IV. Principes généraux de l'énergie. — V. Énergie élastique. — VI. Énergie cinétique. — VII. Énergie électrique. — VIII. Transformations de l'énergie chimique. — IX. Énergie mécanique. — X. Énergie thermique. — XI. Étude théorique de la combustion. — XII. Production de la chaleur. — XIII. Utilisation de la chaleur dans les fours métallurgiques. — XIV. Récupération de la chaleur de la fumée des fours. — XV. Métaux et alliages. Propriétés générales et procédés d'études des métaux et alliages. — XVI. Laitiers et scories.

A. P.

Les Câbles sous-marins. Travaux en mer, par A. GAY, ancien élève de l'École Polytechnique, Ingénieur à la Société Industrielle des Téléphones (*Encyclopédie scientifique des Aide-Mémoire*). — Un volume petit in-8° de 185 pages. — Gauthier-Villars, éditeur, Paris, 1904. — Prix : broché, 2 fr. 50; cartonné, 3 francs.

Ce volume fait suite à celui que l'auteur a consacré à la fabrication des câbles sous-marins (*) et contient une étude assez détaillée du navire poseur de câbles et des engins dont il est muni : cuves, machines d'immersion, machines de relèvement, grappins et bouées. L'auteur décrit ensuite l'atterrissage du câble et la pose en pleine mer; enfin, les essais électriques dont il est l'objet.

Après cela, viennent des chapitres consacrés aux propriétés électriques du câble, aux appareils de transmission et de réception des dépêches, aux défauts et aux méthodes de réparation. L'ouvrage se termine par l'histoire de la création de l'industrie des câbles sous-marins et par une rapide énumération des réseaux actuels, qui donne d'utiles renseignements.

La Houille dans les Ardennes, par L. DUQUÉNOIS.

— Une brochure in-8° de 120 pages, avec 3 cartes en couleurs. — Édition du journal *l'Usine*, à Charleville. — Prix : 2 francs.

La nécessité d'approvisionner les usines métallurgiques de Lorraine donne grand intérêt aux recherches de Lorraine houillères dans les régions voisines. M. Duquénois pense que, précisément, le terrain carbonifère se trouverait à la base même du massif d'Ardenne, dans la vallée de la Meuse, entre Charleville et Sedan, et dans la vallée du Chiers.

L'Ardenne aurait formé, à l'époque carbonifère, un continent allongé comprenant à la fois le massif franco-belge et, vers le nord, les montagnes du Luxembourg se poursuivant jusque vers le Harz. Le terrain carbonifère, qui se trouve sur tout le versant nord de l'Ardenne et aux deux extrémités du versant sud, devrait donc paraître aussi au milieu de ce dernier, c'est-à-dire au sud du plateau de Bastogne, en s'enfonçant vers l'Aisne, et on aurait chance de le recouper au voisinage de l'affleurement du terrain primaire.

(*) Voir le *Génie Civil*, t. XLI, n° 3, p. 48.

LE GÉNIE CIVIL

REVUE GÉNÉRALE HEBDOMADAIRE DES INDUSTRIES FRANÇAISES ET ÉTRANGÈRES

Prix de l'abonnement par an. — Paris : 36 francs; — Départements : 38 francs; — Étranger et Colonies : 45 francs. — Le numéro : 1 franc,

Administration et Rédaction : 6, rue de la Chaussée-d'Antin, Paris.

SOMMAIRE. — **Sciences** : Les radiations bleues, violettes et ultraviolettes, p. 17; Jacques DANNE. — **Travaux publics** : Le goudronnage des routes, p. 22; L-Colonel G. ESPITALIER. — **Mines** : Installation de deux sièges d'extraction aux mines de fer d'Ély, Minnesota (États-Unis) (*planche II*), p. 25. — **Métallurgie** : Recherches sur les aciers au tungstène (*suite et fin*), p. 27; Léon GUILLET. — **Variétés** : Appareil pour la mesure de la puissance

des moteurs à grande vitesse, p. 28; — Distributeur pour compresseur d'air, p. 29; — L'industrie sidérurgique en Allemagne, p. 29.

SOCIÉTÉS SAVANTES ET INDUSTRIELLES : Académie des Sciences (2 mai 1904), p. 30. — **BIBLIOGRAPHIE** : Revue des principales publications techniques, p. 30; — Ouvrages récemment parus, p. 32.

Planche II : Chevalements métalliques et cages d'extraction des mines d'Ély (États-Unis).

SCIENCES

LES RADIATIONS BLEUES, VIOLETTES ET ULTRAVIOLETTES

L'une des questions les plus passionnantes, en ce moment, au point de vue de leur intérêt général et de leurs applications, est l'étude des propriétés des diverses radiations. Les phénomènes variés qu'elles

que nous voyons indifféremment se passer chaque jour sous nos yeux sont dus en grande partie à ces radiations. Elles agissent en particulier dans beaucoup de réactions chimiques, soit qu'elles facilitent les actions mutuelles de deux corps, soit qu'elles effectuent de toutes pièces la transformation de la substance chimique. La photographie n'est, au fond, que l'application de ces actions et le photographe utilise une infime partie des radiations que lui envoie le soleil.

Elles agissent aussi d'une façon incontestable sur les végétaux, sur

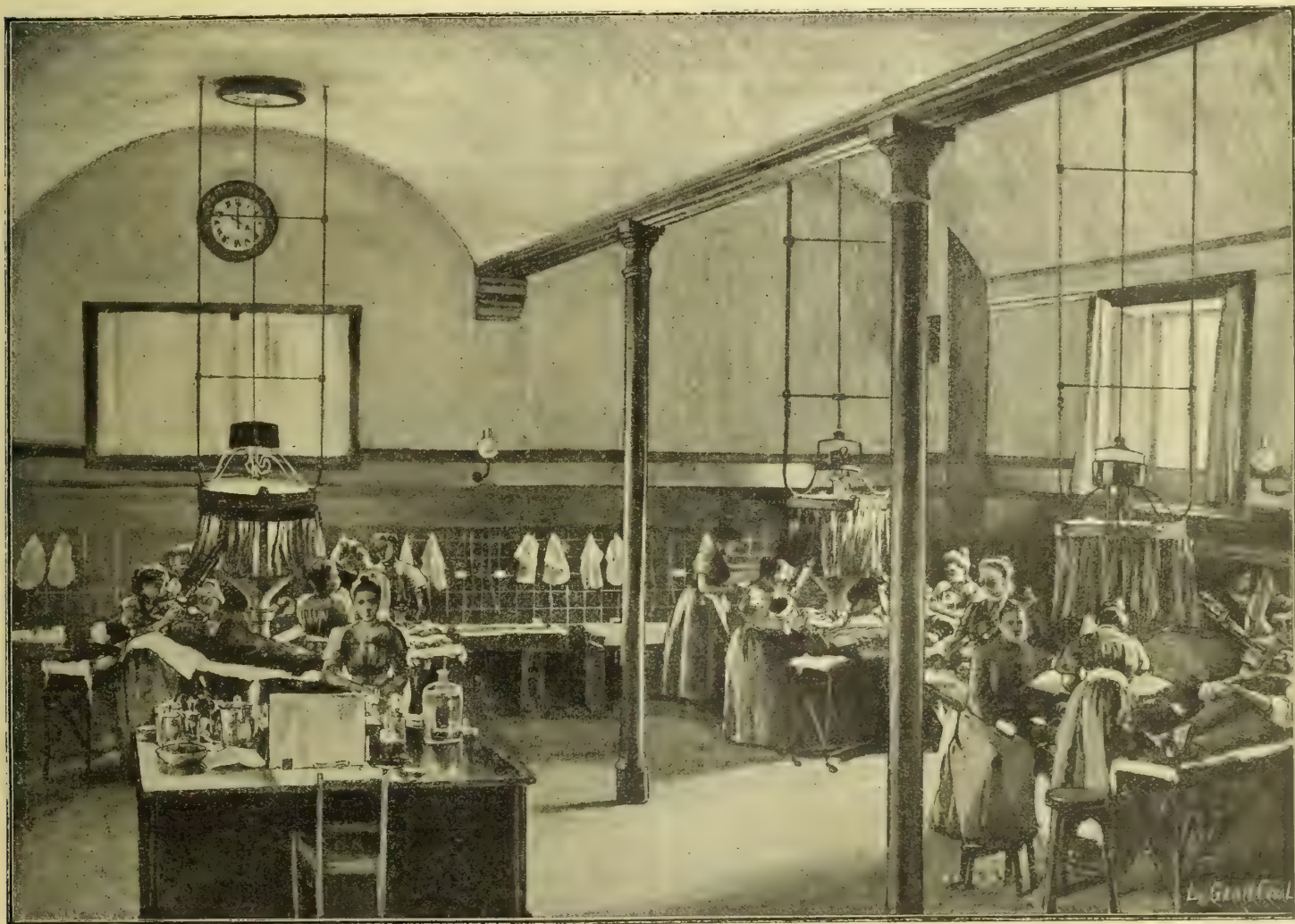


FIG. 1. — INSTITUT FINSEN, A COPENHAGUE : Salle de traitement des maladies de la peau par les rayons lumineux.

provoquent offrent un vaste champ d'expériences et de recherches aux physiciens, aux chimistes, aux médecins, aux industriels même. Et quoi qu'il y ait eu bien des découvertes intéressantes faites dans cette voie en quelques années, c'est peu en comparaison des résultats scientifiques et des applications diverses, thérapeutiques et autres, que nous promet l'étude approfondie de ces curieuses formes de l'énergie.

Les radiations bleues, violettes et ultraviolettes jouent un rôle très important dans un grand nombre de circonstances, et bien des faits

les tissus organiques en général et, par conséquent, sur nous-mêmes. Nous sentons parfaitement le besoin de vivre à la lumière. En réalité, toutes les radiations contribuent à entretenir en parfait état notre organisme, mais les radiations bleues, violettes et ultraviolettes exercent sur lui une action bienfaisante particulièrement intense.

Depuis quelques années, les applications thérapeutiques de ces radiations se sont développées d'une façon extraordinaire et, à l'heure actuelle, on ne compte plus le nombre de sanatoria et le nombre de

médecins qui prescrivent les cures de lumière. L'Institut Finsen, de Copenhague (fig. 1, 10 et 13), s'est le premier engagé dans cette voie.

Cet Institut a été fondé pour provoquer et faciliter les recherches sur l'action de la lumière sur l'organisme et surtout pour en étudier les applications thérapeutiques. Par la force des choses, il est devenu un établissement destiné à combattre diverses maladies de la peau, sans toutefois cesser d'être un laboratoire de recherches scientifiques. De novembre 1895 au 1^{er} janvier 1903, 804 malades atteints de lupus vulgaire y ont été traités et beaucoup en sont sortis guéris.

POSITION DE CES RADIATIONS DANS LE SPECTRE. — On sait que la lumière blanche peut être décomposée en une infinité de rayons simples. Cette expérience se fait au moyen d'un prisme en verre ou mieux, dans le cas qui nous intéresse, en quartz, sur lequel on fait tomber un faisceau de rayons blancs; ce faisceau, à sa sortie du prisme, est dévié et présente, en outre, des irisations, chaque couleur suivant un chemin différent dans la masse du quartz. Reçu sur un écran blanc S (fig. 2), il présente à notre œil la succession des teintes de l'arc-en-ciel, le violet (V) étant le plus dévié.

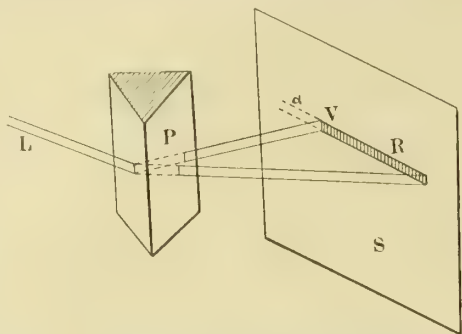


FIG. 2. — Séparation des diverses radiations par le prisme.

On a donné le nom de *spectre* à l'image VR que nous percevons et qui résulte de la décomposition de la lumière blanche. Aujourd'hui cette définition doit être de beaucoup élargie puisque l'on peut ranger de part et d'autre du spectre lumineux une infinité d'autres radiations. En particulier, si l'on place en α , au delà du violet, dans l'espace obscur qui lui fait suite, un écran au platinocyanure de baryum, celui-ci s'illumine vivement et émet une belle lumière verte. Il faut donc nécessairement admettre l'existence de nouvelles radiations plus réfrangibles que les premières et capables de provoquer des phénomènes tels que la fluorescence. Les radiations qui font suite au violet dans le spectre ont été dénommées radiations *ultraviolettes*.

Chacune des parties du spectre est caractérisée par un nombre particulier de vibrations du milieu impondérable qui les transmet. Le spectre est tout à fait comparable à une gamme, à cela près que les vibrations ne se comptent pas ici par centaines ou par millions à la seconde, mais bien par centaines de trillions, dont 430 trillions pour le rouge et 700 trillions pour le violet.

En physique, pour éviter des nombres aussi grands, on préfère compter par longueur d'onde. La longueur d'onde est l'espace qui sépare deux positions identiques de la vibration; pour une même vitesse, plus le nombre de vibrations à la seconde est grand, plus petite est la longueur d'onde. Ainsi le rouge correspond à une longueur d'onde de 750 microns (millièmes de millimètre) et le violet visible à 400 microns environ.

Du côté du violet, le spectre visible s'étend jusqu'à des radiations dont la longueur d'onde est de l'ordre de grandeur de 410 microns; au delà on entre dans l'ultraviolet, et des procédés spéciaux tels que la photographie et la phosphorescence permettent de déceler des rayons dont la longueur d'onde est de 295 microns environ. Les radiations ultraviolettes sont des radiations de courte longueur d'onde.

Les rayons bleus ont des longueurs d'onde comprises entre 490 et 430 microns.

SOURCES RICHES EN RADIATIONS ULTRAVIOLETTES. — La lumière solaire contient des rayons ultraviolets, du reste en très faible quantité. Cornu a pu étudier photographiquement le spectre solaire et a relevé un grand nombre de raies jusqu'à des longueurs d'onde de 294,80 microns. Le soleil est malheureusement si parcimonieux de ses rayons dans nos climats qu'il est préférable de recourir à des sources artificielles. Toutefois, dans les premières études effectuées par le professeur Finsen, on utilisait à Copenhague, pour le traitement des maladies, un petit appareil formé d'une forte lampe de 20 à 40 centimètres. Cette lentille était composée d'un verre plan mince et d'un verre convexe, séparés par une certaine quantité d'eau céleste et montés dans une bague en laiton. L'eau céleste absorbe les rayons infrarouges, rouges et jaunes. Au foyer de cette lentille, on dispose d'une source plus riche en radiations ultraviolettes.

Comme sources artificielles, on utilise naturellement des sources dans lesquelles entrent des substances dont les spectres sont riches en radiations violettes et ultraviolettes. Des gaz, des liquides et bien des métaux émettent de telles radiations. Les métaux sont amenés à l'état de vapeur ou de particules extrêmement ténues en les portant dans une flamme chaude, une étincelle électrique ou un arc.

Un assez grand nombre de métaux, en brûlant, produisent des rayons

de courte longueur d'onde; nous pouvons citer entre autres : le cadmium, le zinc, le fer, l'aluminium, le mercure, le charbon, le magnésium. L'hydrogène, examiné dans un tube de Geissler, est riche en radiations très réfrangibles. La lampe à arc au mercure, connue sous le nom de lampe Cooper Hewitt, fournit une source de radiations riches en rayons ultraviolets. Malheureusement, le verre qui forme la paroi de la lampe absorbe la majeure partie de ces radiations.

Si l'on utilise les métaux, un moyen assez simple consiste à faire éclater une étincelle entre deux pointes formées de l'un ou l'autre des métaux cités. On utilise les radiations émises par l'étincelle.

L'étincelle est produite par une bobine d'induction B (fig. 3).

Lorsqu'on fait usage d'un condensateur C, placé en dérivation sur les deux pôles de la bobine, l'étincelle est plus brillante que lorsqu'on la fait éclater directement entre les tiges métalliques. La différence de potentiel entre les tiges croît moins rapidement, et la décharge a lieu moins fréquemment; elle est cependant assez rapide pour produire sur l'œil une impression continue.

Une étincelle éclatant entre deux pointes de cadmium ou de zinc fournit une source de radiations ultraviolettes, dont l'intensité est cependant encore relativement très faible. Dans le but d'augmenter la quantité de ces

rayons, on a songé à faire éclater un véritable arc entre deux pointes de l'un des métaux cités plus haut; malheureusement, l'arc ainsi constitué est difficile à maintenir d'une façon continue. Le docteur Hans Jansen, de l'Institut Finsen, a imaginé une lampe à arc au fer, à électrodes refroidies. La lumière produite est très riche en radiations ultraviolettes. Cet ingénieux appareil, connu sous le nom de « Dermo-Lampe », est utilisé pour le traitement des maladies cutanées.

L'une des tiges, celle qui correspond au pôle négatif, peut être remplacée par un charbon; l'arc tient mieux, sans donner encore de bien bons résultats.

Pour les applications thérapeutiques, on préfère substituer le charbon à ces métaux. On se sert alors d'une lampe à arc ordinaire, d'une grande puissance lumineuse, et on concentre les rayons au moyen de dispositifs spéciaux. On a proposé d'employer des charbons

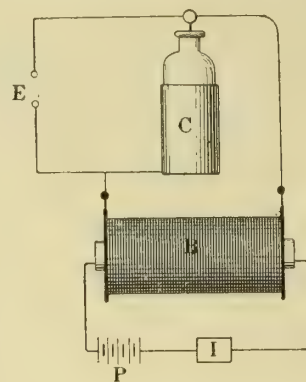


FIG. 3.
Dispositif pour la production de l'étincelle condensée.

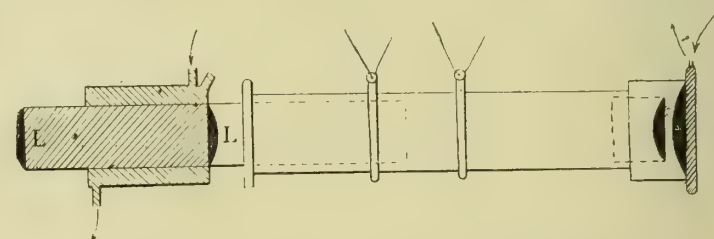


FIG. 4. — Disposition des lentilles et de la réfrigération, dans l'appareil de Finsen.

à mèche formée d'une pâte composée de métaux tels que le zinc, l'aluminium ou le fer.

Actuellement, toutes les applications qui nécessitent l'emploi de lumière ultraviolette utilisent, comme source de radiations, les arcs au charbon.

Quant aux appareils qui servent à canaliser la lumière, ils sont fort nombreux, mais tous basés sur le même principe : concentrer la lumière et supprimer les radiations inutiles, en particulier les radiations calorifiques.

Dans l'appareil de Finsen (fig. 4 et 5), la lumière est concentrée à l'aide de lentilles en quartz (fig. 4). Ces dernières laissent, beaucoup mieux que les lentilles en verre, passer les rayons ultraviolets du moins ceux dont la longueur d'onde est très courte. Entre les lentilles du tube est interposée de l'eau distillée. Cette eau absorbe les rayons calorifiques infrarouges, mais n'entrave pas le passage des rayons bleus, violets et ultraviolets. Pour éviter que l'eau distillée n'entre en ébullition par suite de l'absorption des rayons infrarouges, une circulation d'eau froide assure la réfrigération.

Dans un autre modèle (fig. 6), on a considérablement diminué la longueur du tube, pour éviter la perte d'énergie des radiations. Le tube est en outre terminé, du côté dirigé vers l'arc, par une sorte d'entonnoir métallique.

Enfin, nous citerons encore l'appareil du docteur T. Marie (fig. 7), qui utilise un arc au charbon disposé d'une façon particulière, dont

le but principal est d'augmenter dans une certaine mesure le rendement de la source radiante. Le charbon positif A est placé normalement à la lame de quartz Q qui reçoit les rayons, de telle façon que la majeure partie des rayons émis par le cratère incandescent tombe sur la lame.

L'arc se trouve à quelques centimètres de l'endroit où ils doivent être utilisés, et la réfrigération est assurée au moyen d'un courant d'eau qui circule d'une façon continue sur la lame de quartz.

Un réflecteur R renvoie les rayons qui pourraient s'échapper inutilement. Il est spécialement construit en vue des applications médicales.

ABSORPTION DES RADIATIONS PAR LES DIFFÉRENTES SUBSTANCES. — Ces radiations sont rapidement absorbées par un grand nombre de substances, et il serait bien plus facile de compter celles qui ne les absorbent pas.

L'atmosphère exerce, sur les radiations à courte longueur d'onde, une absorption si énergique, que la majeure partie du spectre solaire



FIG. 5. — Vue de l'appareil de Finsen pour la concentration des rayons lumineux.

ultraviolet est, pour ainsi dire, brusquement interceptée, d'une manière presque complète.

Le quartz est le corps le plus transparent que l'on connaisse; le spath fluor l'est moins; on l'a cependant utilisé, en combinaison avec le quartz, pour achromatiser des lentilles perméables à l'ultraviolet. Le sel gemme est assez transparent.

L'eau distillée est un peu plus opaque que le quartz; les moindres causes d'impuretés agissent sur sa transparence. La parfaite limpidité est d'ailleurs une condition essentielle pour la transmission des rayons extrêmes; des particules très ténues en suspension, ne produisant pas un trouble appréciable pour l'œil à la lumière diffuse, suffisent pour exercer une action sensible. L'eau non distillée présente une transparence très variable, suivant sa pureté et sa limpidité. L'alcool et la glycérine jouissent des mêmes propriétés.

Le mica, le gypse, le verre, même en lame mince, absorbent fortement les rayons ultraviolets. Le verre absorbe déjà des rayons dont la longueur d'onde est de 340 microns.

M. Soret a étudié le pouvoir absorbant des différentes substances au moyen d'un spectroscope en quartz. Les liquides organiques, et en particulier le sang, sont très absorbants. Ce fait a une importance capitale au point de vue thérapeutique. En effet l'action des radiations doit se faire dans les tissus mêmes; il est donc nécessaire de chasser tout le sang qui se trouve dans la portion traitée par des artifices spéciaux tels qu'une compression énergétique des tissus.

Les acides chlorhydrique, sulfurique, les sulfates et les chlorures alcalino-terreux n'interceptent que les rayons d'assez courte longueur d'onde.

Dans certaines applications il serait intéressant de pouvoir constituer des écrans entièrement opaques aux rayons lumineux et transparents aux rayons ultraviolets. De tels écrans sont difficiles à réaliser. Quelques préparations, du reste peu efficaces, ont été indiquées; nous citerons, par exemple, l'écran proposé par le professeur R. W. Wood. Il se compose de quatre glaces minces en verre de cobalt, entre lesquelles se trouvent serrées des feuilles de gélatine colorées par du nitroso-diméthyle-aniline et contenant en suspension de l'oxyde de cuivre.

Avec cet écran, les rayons ultraviolets sont relativement peu absorbés et la majeure partie des rayons lumineux est interceptée.

ACTIONS CHIMIQUES. — Les radiations bleues, violettes et ultraviolettes constituent ce que les physiciens appellent les *radiations chimiques*. Ce sont elles, en effet, qui provoquent les diverses réactions chimiques effectuées par la lumière.

On comptait autrefois les corps sensibles à la lumière; une étude plus approfondie a montré qu'ils étaient plutôt la règle que l'exception, car il est bien peu de composés qui restent tout à fait insensibles à l'action lumineuse; quelques corps simples eux-mêmes sont modifiés par cet agent, et cette modification se décèle par des propriétés nouvelles: le soufre insolé fixe la vapeur de mercure, le chlore acquiert une activité plus grande et le sélénium change de couleur.

La plupart des sels métalliques tendent à passer, sous l'action lumineuse, à un degré d'oxydation inférieure. Les sels d'argent, de

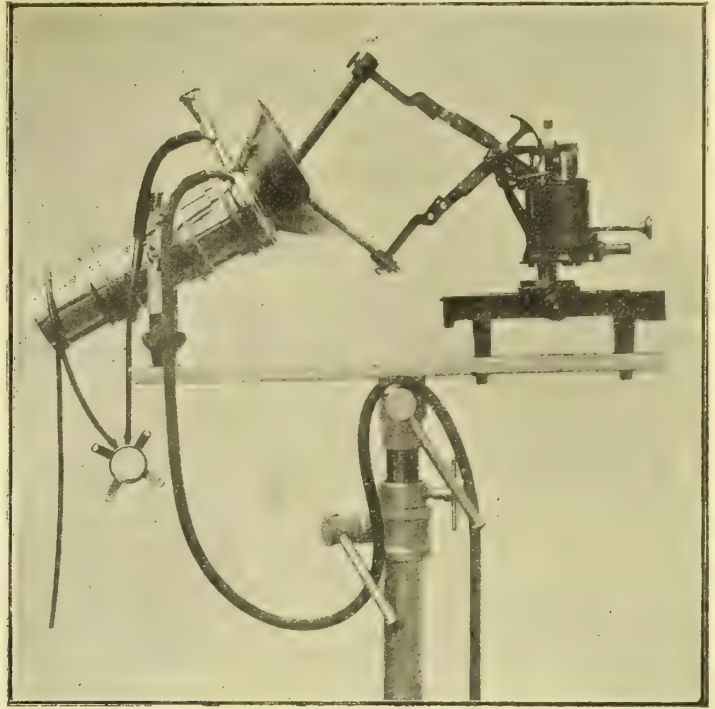


FIG. 6. — Vue du deuxième modèle de l'appareil de Finsen.

plomb, de cuivre, de mercure, d'or, de platine, de fer, les chromates sont réduits plus ou moins profondément.

D'autres corps, au contraire, s'oxydent; à cette classe appartiennent les huiles, les résines (gaïac), certains carbures naturels (bitume de Judée), etc.

La lumière ne provoque pas, en général, des réactions nécessitant une dépense d'énergie considérable, car les rayons bleus, violets et ultraviolets, auxquels sont dus la plupart de ces phénomènes, ne représentent qu'une fraction très faible de l'énergie des radiations solaires et des sources lumineuses artificielles couramment employées.

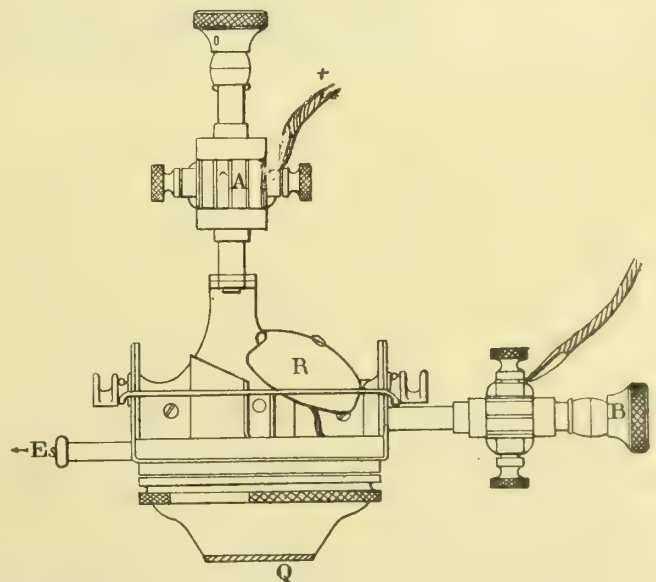


FIG. 7. — Appareil à arc au charbon, du docteur T. Marie.

L'action sur les sels d'argent permet de se rendre compte de l'intensité du phénomène. L'appareil employé à cet effet se compose d'un spectroscope à deux prismes en quartz de rotation contraire. Les lentilles de la lunette et du collimateur sont également en quartz et achromatisées par du spath d'Islande.

L'oculaire de la lunette est remplacé par une petite chambre pho-

tographique qui se visse à l'extrémité du tube. Cette chambre peut recevoir un léger mouvement de bascule d'avant en arrière. La mise au point se fait au moyen du tirage de l'oculaire.

La figure 8 (A) représente l'un des résultats obtenus par cette méthode.

On voit aisément que l'action des rayons rouges est à peu près nulle, ce qui justifie l'emploi de verres rouges pour garnir les lanternes servant au développement des plaques sensibles; l'énergie chimique va en augmentant (fig. 9) dans le jaune, le vert, le bleu et surtout le violet, où elle atteint son maximum, entre les raies G et H qui correspondent respectivement à des longueurs d'onde de 431 et 411 microns, puis décroît ensuite très lentement jusque dans la région du spectre invisible.

Il est facile de voir, à la simple inspection d'un spectre ordinaire, que le maximum de lumière se trouve un peu à droite de la raie D, dans le jaune verdâtre. Les rayons les plus lumineux ne sont donc pas les plus actifs; il en résulte un renversement presque complet



Fig. 8. — Spectre solaire { A sur glace ordinaire.
B sur glace isochromatique.

des intensités relatives des différentes couleurs dans un cliché photographique. De là des effets tout à fait inattendus et ne rendant nullement l'impression du modèle. Pour atténuer ce défaut, on a proposé diverses solutions: l'une d'elles consiste à incorporer à l'émulsion argentique des substances colorées, spéciales, douées pour la plupart de fluorescence, et qui rendent le sel d'argent sensible pour les rayons qu'elles absorbent.

La figure 8 (B) montre le spectre précédent photographié au moyen d'une plaque ainsi préparée (plaque isochromatique). L'addition de la matière colorante ne fait que déplacer l'énergie chimique, en augmentant la rapidité pour les rayons lumineux au détriment de celle des rayons chimiques.

La courbe (fig. 9) représente la variation de l'énergie chimique des radiations bleues, violettes et ultraviolettes pour une préparation aux sels d'argent. Avec d'autres substances le maximum de cette action pourrait se trouver déplacé. Il y a un facteur qui dépend de la nature de la préparation sensible et qui est en relation directe avec le phénomène d'isochromatisme dont nous avons parlé plus haut. La préparation est la plus sensible pour les radiations qu'elle absorbe le plus fortement.

La connaissance exacte des foyers lumineux artificiels est d'un

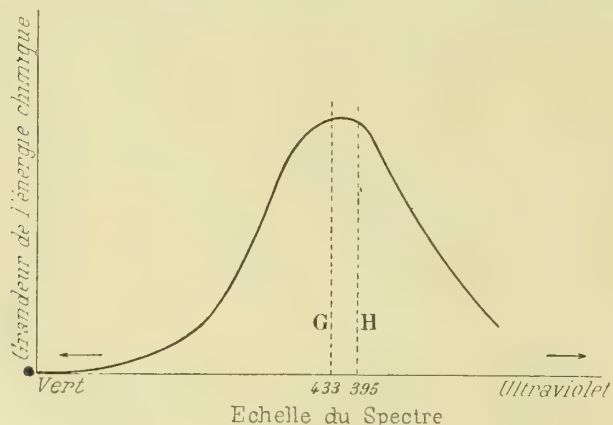


Fig. 9. — Répartition de l'énergie chimique dans le spectre.

grand secours pour le photographe puisqu'il peut, par l'emploi de sources riches en rayons chimiques, diminuer considérablement le temps de pose.

On a, du reste, appliqué industriellement les propriétés actiniques des arcs électriques au tirage rapide des phototypes. Ceux-ci sont exposés aux radiations émanant d'arcs puissants, munis de réflecteurs. Dans un appareil américain on élimine l'action calorifique perturbatrice de ces arcs par l'emploi d'un réfrigérant formé de deux lames en verre placées devant les phototypes et entre lesquelles circule constamment un courant d'eau distillée froide. L'effet produit par les arcs est alors moins efficace, puisqu'une partie des radiations de courtes longueurs d'onde est absorbée par le verre et le liquide.

Les poudres et les matières utilisées dans la photographie à la lumière artificielle doivent être riches en rayons actiniques. C'est pour

cette raison qu'on y incorpore des métaux tels que l'aluminium, le magnésium et le zinc.

PHÉNOMÈNES DE PHOSPHORESCENCE. — Les radiations ultraviolettes provoquent d'une façon très intense la phosphorescence d'un grand nombre de corps. En général, les corps frappés par les rayons émettent une lumière différente de celle qu'ils reçoivent et moins réfrangible, c'est-à-dire plus voisine du rouge. On peut dire que les substances phosphorescentes transposent la lumière. Elles absorbent les rayons de courte longueur d'onde (ultraviolet et violet) et les transforment en rayons de longueur d'onde plus grande; la couleur de la lumière est alors bleue, verte, jaune ou rouge. Ce phénomène est comparable à celui du refroidissement des corps qui restituent la chaleur à une température inférieure à celle à laquelle ils ont été



Fig. 10. — Vue de l'Institut Finsen, à Copenhague.

portés. Il y a d'ailleurs corrélation directe entre les deux phénomènes: les corps incandescents émettent des radiations d'autant plus réfrangibles que leur température est plus élevée.

Les corps phosphorescents à la lumière ordinaire n'absorbent que les rayons de courte longueur d'onde, et, par suite, ne prennent qu'une faible partie de l'énergie lumineuse.

Certains corps restent lumineux après avoir été éclairés; c'est le cas, par exemple, des sulfures de baryum, calcium, strontium. Chacun d'eux émet une lumière qui lui est particulière et dont la réfrangibilité est moindre que celle des rayons excitateurs.

La blende hexagonale ou sulfure de zinc cristallisé donne une belle phosphorescence verte dès qu'on la plonge dans un faisceau de rayons violets.

Le platinocyanure de baryum, la willémitte (cristal de silicate de

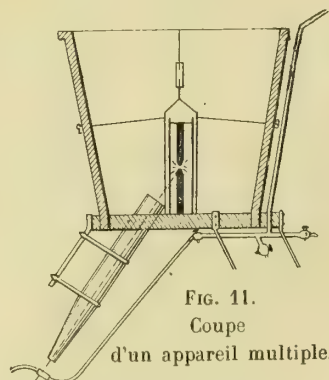


Fig. 11.

Coupe

d'un appareil multiple.

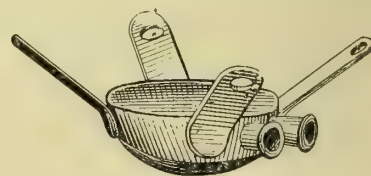


Fig. 12.

Loupe de pression.

zinc naturel), le silicate de zinc artificiel, le diamant, s'illuminent brillamment.

On a donné le nom de substances fluorescentes à des substances qui ne diffèrent des précédentes que par l'extrême rapidité avec laquelle cesse l'émission de lumière quand on supprime les rayons excitateurs. La fluorescence n'est autre chose qu'une phosphorescence dont la durée est si courte qu'elle ne peut être mise en évidence qu'à l'aide d'artifices particuliers.

On peut, par exemple, utiliser le phosphoroscope de M. Becquerel. De telles substances ne sont pour ainsi dire lumineuses que tant qu'elles reçoivent la lumière. M. Becquerel a, d'autre part, montré que presque tous les corps sont phosphorescents; dans certains cas, la durée de la phosphorescence peut être inférieure à un millième de seconde.

Parmi les substances fluorescentes, nous pouvons citer le verre d'urane, le sulfate de quinine, le rouge de magdala, l'éosine, la safranine, l'esculine, la fluorescéine, la rhodamine, des liquides comme le pétrole. Toutes ces substances éprouvent une modification très nette dans leur couleur quand on les place sur le trajet d'un faisceau de lumière riche en rayons de courte longueur d'onde.

On a utilisé les propriétés des substances fluorescentes concurremment avec la photographie pour analyser la région du spectre ultraviolet. Ces corps absorbent les rayons invisibles et les transforment en rayons de longueur d'onde plus grande et visibles. Si, par exemple, nous plaçons une lame de verre d'urane dans la région α (fig. 2), la présence de radiations ultraviolettes nous est décelée par la luminescence de la lame de verre. On peut alors faire une analyse spectrale qualitative et, jusqu'à un certain point, quantitative.

M. Schönn a donné la description d'un spectroscopie qui permet d'observer, par ces méthodes, les raies ultraviolettes avec une netteté suffisante pour que l'on puisse déterminer avec exactitude leur position. Les prismes et les lentilles qui entrent dans la construction de ces spectroscopes sont en quartz. On concentre la lumière sur la fente du collimateur à l'aide d'une lentille en quartz. L'oculaire de la lunette est un oculaire fluorescent d'une construction très simple. On l'obtient en disposant devant l'oculaire une feuille de papier très mince (papier calque) imbibée de sulfate de quinine.

ACTIONS SUR LES GAZ. — Différentes sortes de radiations récemment étudiées communiquent à l'air un état particulier ; cet état se manifeste à nous sous plusieurs formes. L'air devient conducteur de l'électricité, son oxygène est partiellement transformé en ozone ; il se forme des noyaux particuliers qui provoquent la condensation de la vapeur d'eau. Les radiations ultraviolettes agissent d'une façon analogue.

Les phénomènes produits par les radiations ultraviolettes ont été étudiés par un grand nombre de physiciens, et en particulier par le physicien allemand Lénard.

Lorsqu'un jet de vapeur d'eau s'échappe sans détente notable d'un récipient où se produit l'ébullition, la vapeur d'eau sort sous forme d'un brouillard très léger qui se condense seulement peu à peu. Si l'on dirige sur ce jet de vapeur un faisceau de radiations riches en rayons ultraviolets, immédiatement il se produit un brouillard intense. On admet ici que les radiations ultraviolettes forment des noyaux de condensation de la vapeur d'eau ; sur chacun d'eux il se produit une petite gouttelette d'eau et l'ensemble constitue le brouillard.

Les actions électriques sont aussi fort curieuses. Si l'on dirige un faisceau lumineux, provenant d'une forte lampe à arc et concentré par une lentille en quartz, sur une lame métallique chargée négativement, la lame se décharge peu à peu et cela plus ou moins vite, suivant la nature du métal qui constitue la lame et la nature de sa surface.

Lénard a montré plus tard que les corps chargés positivement se déchargent de la même façon ; l'air autour de la lame est rendu conducteur.

Enfin, dans un vide très parfait, l'électricité négative seule se perd et un conducteur neutre acquiert un potentiel positif. Si l'on enferme une lame métallique dans une ampoule dans laquelle on fait ensuite le vide et si l'on dirige un faisceau de rayons ultraviolets sur la lame, la lame prend un potentiel positif de 2,1 volts environ. L'air ne joue aucun rôle dans le phénomène. La déperdition de l'électricité négative se fait par une émission de rayons cathodiques, comme Lénard l'a démontré.

Quand les rayons ultraviolets traversent l'oxygène ou l'air, ils l'ozonisent fortement ; ce fait est bien connu et c'est, en somme, le principe sur lequel sont basés les appareils producteurs d'ozone. L'effluve électrique émet des radiations ultraviolettes qui agissent fortement sur l'oxygène de l'air en provoquant sa condensation.

ACTIONS PHYSIOLOGIQUES. — Les propriétés que nous venons d'examiner rapidement sont fort curieuses, mais ce sont surtout les actions physiologiques qui sont rapidement passées dans le domaine de la pratique.

Dès 1890, le professeur Finsen se consacrait à l'étude des effets thérapeutiques des divers rayons du spectre solaire. Cette étude a abouti à un double résultat : le traitement de la petite vérole par les rayons rouges et celui du lupus par la lumière concentrée et les rayons ultraviolets. Ce n'est qu'après de longs efforts que cette dernière méthode a triomphé.

Les rayons lumineux, particulièrement les rayons violets et ultraviolets ont des propriétés bactéricides, surtout s'ils sont concentrés par des appareils qui laissent passer le plus possible les rayons bleus, violets et ultraviolets. Les rayons chimiques occasionnent une inflammation de la peau et ont le pouvoir de pénétrer les tissus superficiels.

Nous avons indiqué précédemment les principaux dispositifs employés pour la production de la lumière ultraviolette. Tous ces appareils peuvent être utilisés dans le traitement des maladies de la peau. Ajoutons cependant qu'à l'Institut Finsen, on a installé (fig. 13) des appareils multiples qui comportent une lampe à arc de 50 à 60 ampères et quatre tubes télescopiques analogues à celui qui est représenté par la figure 11.

Les rayons émanant des tubes sont encore trop chauds pour pouvoir être appliqués sans inconvénient. Pour éviter que la peau ne soit brûlée, on la refroidit constamment par un petit appareil spécial qui

agit comme réfrigérant et en même temps comme compresseur. On doit, en effet, chasser le sang de la partie à traiter afin que les rayons puissent pénétrer à travers les tissus.

Le compresseur (fig. 12) est constitué par une plaque de quartz et une lentille plan convexe également en quartz. Les deux pièces sont montées dans une bague conique en laiton pourvue de deux petits tubes et de quatre ailettes permettant d'adapter l'appareil au moyen de bandes élastiques. Aux deux tubulures sont adaptés un tuyau d'amenée et un tuyau d'écoulement, grâce auxquels l'appareil

est constamment parcouru par un courant d'eau froide. La réfrigération de la peau est telle que des rayons à la température de 150 degrés ne l'endommagent plus.

L'appareil a en outre pour but de chasser le sang de la peau. Les rayons bactéricides ne peuvent, en effet, traverser que des tissus qui ne sont pas gorgés de sang. Or, il est indispensable que les rayons pénètrent dans les tissus pour détruire les microbes qui y sont établis.

Immédiatement après le traitement, la peau est rouge et tuméfiée. Cette inflammation atteint son maximum après douze ou vingt-quatre heures. Dans les premiers jours du traitement, il se produit généralement des ampoules, mais jamais de nécrose.

Le traitement du lupus par cette méthode a donné des résultats encourageants et, comme nous l'avons dit plus haut, de novembre 1895 au 1^{er} janvier 1903, 804 cas de lupus ont été traités à l'Institut de Copenhague.

Cette méthode se répand maintenant à l'étranger et il est à croire qu'elle donnera partout de bons résultats. L'œuvre du professeur Finsen est digne de notre admiration et son importance a été justement reconnue par l'attribution de l'un des prix Nobel en 1904.

Jacques DANNE,

Préparateur particulier de M. Curie
à l'École de Physique et de Chimie industrielles
de la Ville de Paris.



FIG. 13. — Appareil multiple pour le traitement des maladies de la peau.

TRAVAUX PUBLICS

LE GOUDRONNAGE DES ROUTES

Le *Génie Civil* rendait compte, en mars 1901 (1), des essais d'un traitement spécial (c'était alors au pétrole qu'on avait recours) entrepris dès 1898, dans la Californie du Sud, autour de Los Angeles, dans le seul but d'abattre la poussière des routes. A cette époque, il eût semblé prématuré de prédire à un pareil procédé une rapide extension dans notre propre pays. Les résultats pouvaient paraître problématiques, en regard d'une dépense qui apparaissait considérable, et qu'on aurait volontiers qualifiée de somptuaire, en dehors des contrées pétrolifères.

On était accoutumé à supporter, comme des maux inéluctables, la gêne et les frais d'enlèvement de la poussière par les temps secs, de la boue par les temps humides. Mais l'automobile est survenue qui, du fait de ses pneus et de sa vitesse, exagère cet inconvénient du macadam, au point que le nuage de poussière soulevée est véritablement intolérable et, sur les voies très fréquentées, rend les immeubles presque inhabitables. La nécessité s'impose de réagir.

C'est donc encore à l'automobilisme que nous serons redevables d'un remède à l'excès du mal, ainsi qu'au mouvement d'opinion sollicité et entretenu par l'action puissante de certaines associations sportives — en particulier, le Touring-Club, l'Automobile-Club et l'Association générale Automobile de France — qui ont vigoureusement coopéré, depuis quelques années, de leurs efforts et de leurs deniers, aux progrès en tout genre de la viabilité de nos routes. Quelques Ingénieurs des Ponts et Chaussées se sont activement associés à ce mouvement; ils ont pris l'initiative de faire en grand des applications du goudronnage des routes, applications qui permettront d'apprécier si l'efficacité du procédé en compense les frais.

Qu'il s'agisse de pétrolage ou de goudronnage, on serait tenté de croire que c'est en Amérique, puis en Italie, que la première idée est venue de protéger les chaussées au moyen d'un enduit imperméable et élastique. Ce serait faire tort à notre pays du mérite de l'invention, car, dès 1880, un Ingénieur des Ponts et Chaussées, M. Christophe, essayait de goudronner la traverse de Sainte-Foy-la-Grande, dans la Gironde; essai timide assurément, et qui, n'ayant pas donné aussitôt de résultats probants, ne fut pas immédiatement continué. Ce n'en est pas moins une antériorité intéressante, à laquelle vient s'ajouter un nouvel essai dans la Haute-Garonne, à Saint-Gaudens, en 1888.

On trouve ensuite une tentative beaucoup plus heureuse dans les environs d'Oran, où l'agent voyer du département, M. Tardy, fit procéder, en 1895, à l'huilage de quelques chaussées. On se servit d'abord d'huile d'aloès, puis d'*astaki*: l'*astaki*, ou mazout, est le résidu du pétrole distillé à Bakou; cette matière grasse est universellement employée en Russie pour le graissage des essieux de wagons. Le résultat de l'essai algérien fut tel que, dans un certain nombre de villes, notamment Oran, Alger, Sidi-Bel-Abbès, le procédé fut adopté.

C'est ici que, par ordre chronologique, se placent, en 1898, les expériences tentées à Los Angeles, dont nous venons de parler. Dans cette région, voisine du Pacifique, la saison sèche dure plus de huit mois, et l'on n'a plus même la ressource d'arroser, pour abattre l'insupportable poussière qui se soulève en nuages suffocants: l'eau manque à cette époque, malgré les travaux considérables et coûteux qu'on a effectués pour s'en procurer. On eut l'idée de la remplacer par du pétrole. L'étendue des routes ainsi traitées fut de 10 kilom., la première année; 21, la seconde; 80, la troisième, et les résultats ont été très satisfaisants; non seulement on se débarrassait de la poussière, en été, mais la boue disparaissait elle-même en hiver.

Ce fut alors le tour de l'Italie, où l'Ingénieur Rimini imagina, en 1900, de revêtir les routes d'un produit à base de goudron de houille, mélangé de siccatif, qu'il fit breveter.

Il était temps que la France reprit cette idée d'origine française, et, effectivement, nous avons vu des expériences s'effectuer, à partir de 1901 et 1902, un peu partout où la circulation automobile est intense: en Algérie, près de Mers-el-Kébir; à Monaco, à Nice, à Genève, et surtout dans les environs de Paris. M. Dreyfus, Ingénieur des Ponts et Chaussées, grâce à l'initiative du docteur Guglielminetti et à une subvention du Touring-Club, pratiquait des expériences à Champigny; le conservateur du bois de Vincennes goudronnait de son côté, au début de 1903, la section de l'avenue Daumesnil, comprise entre la Porte Dorée et l'avenue Carnot, à Saint-Mandé, et les résultats de ce dernier essai étaient des plus concluants, comme l'atteste une note (2) de M. Gariel, Inspecteur général des Ponts et Chaussées.

En même temps, dans les deux départements de Seine-et-Marne et de Seine-et-Oise, le Service des Ponts et Chaussées, sous la direction de MM. Heude, Ingénieur en chef du premier de ces départements, et Le Gavrian, Ingénieur à Versailles, instituait des essais méthodiques qui, poursuivis pendant une durée suffisante, sur des parcours assez

longs et dans des conditions aussi variées que possible, permettraient de fixer, non seulement la valeur des divers procédés, mais aussi le meilleur mode de mise en œuvre et le prix de revient: la dépense, en effet, constitue évidemment l'un des éléments de nature à influencer sur la généralisation du goudronnage. Dès à présent, il est intéressant d'analyser les premières constatations que ces expériences ont permis d'établir.

EXPÉRIENCES ENTREPRISES EN FRANCE DEPUIS 1901. — M. Le Gavrian, dans un mémoire (1) où il rend compte des expériences effectuées en Seine-et-Oise, résume excellemment les méfaits de la poussière et les conditions essentielles que devrait remplir un enduit protecteur de nos voies publiques, faisant ressortir les désagréments d'un arrosage qui consomme beaucoup d'eau et remplace momentanément la poussière par la boue.

Ces considérations suffisent à poser le problème. C'est, d'ailleurs, précisément par manque d'eau que les Américains, à Los Angeles, eurent l'idée de chercher un liquide susceptible de lui être substitué pour l'arrosage, et l'on conçoit que, pour remplir le même office, il fallait adopter un produit à peu près aussi fluide: d'où l'emploi des huiles lourdes de pétrole, et, plus tard, en Algérie, de certaines huiles d'aloès. Mais il se trouvait, à l'application, que ces produits, outre leur rôle d'arrosage, en avaient un autre: ils revêtaient la chaussée d'une chape imperméable également à la poussière du dessous et à l'eau du dessus. Il était, dès lors, légitime de penser que d'autres produits moins fluents, tels que le goudron de houille, pourraient être utilisés pour le même usage.

Telles sont les deux méthodes que nous trouvons immédiatement en présence et qui se disputent la prééminence, soit que leurs résultats intrinsèques se trouvent plus ou moins bons, ce qui est encore controversé, soit que les circonstances locales influent sur leurs prix de revient respectifs. On ne saurait, en effet, se résoudre à couvrir de pétrole ou de goudron, tout ou partie de l'immense réseau de nos routes, que si la dépense n'est pas exorbitante.

Le fait que cette opération entraîne un abaissement des frais d'entretien et l'importance de cet abaissement ne pourront être établis que par une expérience de longue durée. Ainsi, pour les goudronnages effectués en 1903 dans le département de Seine-et-Marne, M. l'Ingénieur en chef Heude faisait remarquer, au mois d'octobre dernier (1), qu'il n'était pas possible, avant la fin de l'hiver, d'avoir une idée bien nette sur leurs avantages au point de vue de l'économie d'usure, de balayage, d'arrosage et d'ébouage, encore qu'on puisse compter sur une économie réelle.

PRODUITS EMPLOYÉS. — Les produits jusqu'ici expérimentés sont dérivés soit du pétrole, soit de la distillation de la houille. En voici la nomenclature:

Dérivés du pétrole. — L'*huile de pétrole* ou *pétrole brut*, tel qu'on le trouve en nappes abondantes en Amérique et en Russie, tel aussi qu'il s'en rencontre quelques gisements en France même, aux environs d'Autun, est un liquide d'une viscosité analogue à celle de la mélasse claire. C'est ce pétrole qui a fait l'objet des applications en Californie, et l'on doit préférer les pétroles lourds, contenant 25 à 50 % d'asphalte dont la volatilisation est à peu près nulle.

Le pétrole brut présente l'inconvénient d'une odeur très forte et insupportable, surtout lorsqu'il contient une quantité notable de soufre. Cette odeur, qui disparaît à la longue, il est vrai, peut faire hésiter à en généraliser l'emploi, surtout lorsque l'application doit s'étendre sur une section continue de grande longueur.

Les *goudrons de pétrole* ou *mazouts*, qui sont des résidus de la distillation du pétrole brut, et, par suite, sont à bas prix, n'ont pas l'inconvénient d'une odeur désagréable; leur viscosité n'est pas un obstacle à un étendage facile et ils sont bien absorbés par le macadam.

Dérivés de la houille. — Les dérivés de la houille sont plus à notre portée, en France, et l'on pourrait évidemment s'en procurer d'assez grandes quantités, question qui prendra toute son importance le jour où l'application du procédé se développera. Ce sont:

Le *goudron* ou *coaltar* qui exhale une odeur caractéristique, moins désagréable, il est vrai, que celle du pétrole. Les usines à gaz en produisent un stock important provenant du dépôt dans les appareils de condensation, après la distillation de la houille. A la température ordinaire, il est nécessaire, pour l'épandage, de le chauffer au moins jusqu'à 60 degrés; il est alors suffisamment liquide. Mais, d'autre part, il importe de ne pas le porter au delà de 80 degrés, température où il mousse tout à coup, s'enlève comme du lait et peut prendre feu en se répandant sur le foyer;

L'*huile lourde de houille*, qui résulte à son tour de la distillation du goudron entre 200 et 300 degrés, présente la fluidité du pétrole et pourrait être employée de la même façon.

Produits divers. — En dehors de ces substances, on peut également se servir des goudrons de bois, de résine, etc., mais les quantités qu'on

(1) Voir le *Génie Civil*, t. XXXVIII, n° 49, p. 315.

(2) *Bulletin du Touring Club*, août 1903.

(1) *Annales des Ponts et Chaussées*, 2^e semestre 1903.

en pourrait obtenir sont minimes et leurs prix relativement élevés en limitent l'emploi.

Certains industriels ont aussi composé des produits spéciaux par le mélange des éléments précédents en proportions diverses. Tel est le produit siccatif préconisé par M. l'Ingénieur Rimini, en Italie; telle aussi l'*Injectoline* qui, inventée pour l'injection des bois, peut également servir au revêtement des chaussées et a été comprise dans le programme des expériences effectuées, en 1902 et 1903, sous la direction de M. l'Ingénieur Dreyfus, dans l'arrondissement nord-est du département de la Seine.

PROCÉDÉS D'ÉPANDAGE. — Il importe, pour le succès de l'opération, que la chaussée soit parfaitement sèche, toute trace d'humidité s'opposant à la pénétration. Il est nécessaire aussi que la surface de la route elle-même soit dure, régulière et non flacheuse. Les résultats les plus favorables seront donc obtenus lorsque l'application aura lieu peu de temps après un bon rechargement, cylindré avec soin.

La nature des matériaux d'empierrement intervient évidemment dans la bonne tenue du goudronnage. C'est ainsi que M. Bory, Ingénieur de l'arrondissement de Fontainebleau, a pu faire d'utiles comparaisons sur des chaussées empierrées en meulière dure, cliquart et porphyre. Les résultats étaient à peu près les mêmes pour les matériaux des deux premières catégories qui présentent des noyaux plus ou moins durs, donnant lieu à une usure irrégulière et où le goudron est enlevé sur les aspérités des pierres. Sur le porphyre, au contraire, « le goudronnage donne l'aspect d'un tapis d'asphalte, et la couche de goudron y est très régulière en raison de l'usure uniforme de ces matériaux d'un grain homogène (1). » Le roulement y est en même temps très doux.

Quant aux procédés d'épandage, les meilleurs sont loin d'être encore bien déterminés. Ils varient d'ailleurs avec le produit employé et son degré de fluidité.

En Californie, par exemple, où l'on utilisait le pétrole lourd, il a semblé nécessaire de faire l'épandage, non pas sur le macadam nettoyé à vif, mais, au contraire, sur une couche de poussière ou de terre friable, comme il arrive naturellement en été. On devra, au besoin, ameublir la surface au moyen de la herse, ou y répandre de la poussière légèrement argileuse. Le pétrole forme, avec cette poussière, un magma qui constitue une véritable chape sur la chaussée. Le pétrole



FIG. 1. — Épandage du goudron avec l'arrosoir.

est employé à chaud (70 à 80 degrés) et même injecté sous pression. Dans les essais de Los Angeles, on a pratiqué deux et même trois applications la première année, et une seule, pour l'entretien, au cours de chacune des années suivantes. Les quantités employées étaient de: 1^{er} 5 de pétrole par mètre carré, pour la première application, 1 litre pour la seconde, et à peu près autant pour la troisième, lorsqu'il y avait lieu. Le pétrole coûtait à pied d'œuvre de 5 fr. 05 à 5 fr. 55 les 100 kilogr. ce qui faisait ressortir la dépense annuelle à environ 0 fr. 128 par mètre carré.

Est-il absolument indispensable de revêtir au préalable la chaussée d'une couche de poussière? Les dernières expériences effectuées en France ne semblent pas démontrer cette nécessité même pour les produits les plus fluides, et, au contraire, il paraît indispensable, lorsqu'on emploie le goudron de houille, ou coaltar, de nettoyer à vif le macadam; sans cette précaution, « la poussière, écrit (2) M. Honoré, conducteur des Ponts et Chaussées, qui a coopéré aux essais dans l'arrondissement nord-est de la Seine, empêche ou ralentit la pénétration déjà lente du goudron et sa présence nécessite une main-d'œuvre considérable pour obtenir une couche régulière ».

Si les pétroles et huiles lourdes peuvent, à la rigueur, être employés à froid, grâce à leur facilité de pénétration, il n'en est pas de même du coaltar, en raison de sa viscosité qui empêche l'absorption par le macadam.

Cette absence de fluidité à la température ordinaire rendrait même difficiles et lents l'épandage et l'écoulement par le bec du récipient servant au transport.

Au cours d'expériences comparatives, M. Audouin, chef des services chimiques de la Compagnie Parisienne du Gaz, a trouvé les chiffres suivants, pour le débit par minute de divers produits, pour une même section de sortie et une même hauteur de charge :

Eau	350 centimètres cubes.
Huile de pétrole du Texas	225 —
Huile lourde de houille	300 —
Huile de schistes d'Autun	320 —
Goudron de pétrole (mazout)	80 —
Goudron de houille (à 17 degrés)	40 —

On voit l'énorme différence qui se manifeste dans l'écoulement lorsqu'on passe des huiles aux goudrons et surtout au goudron de

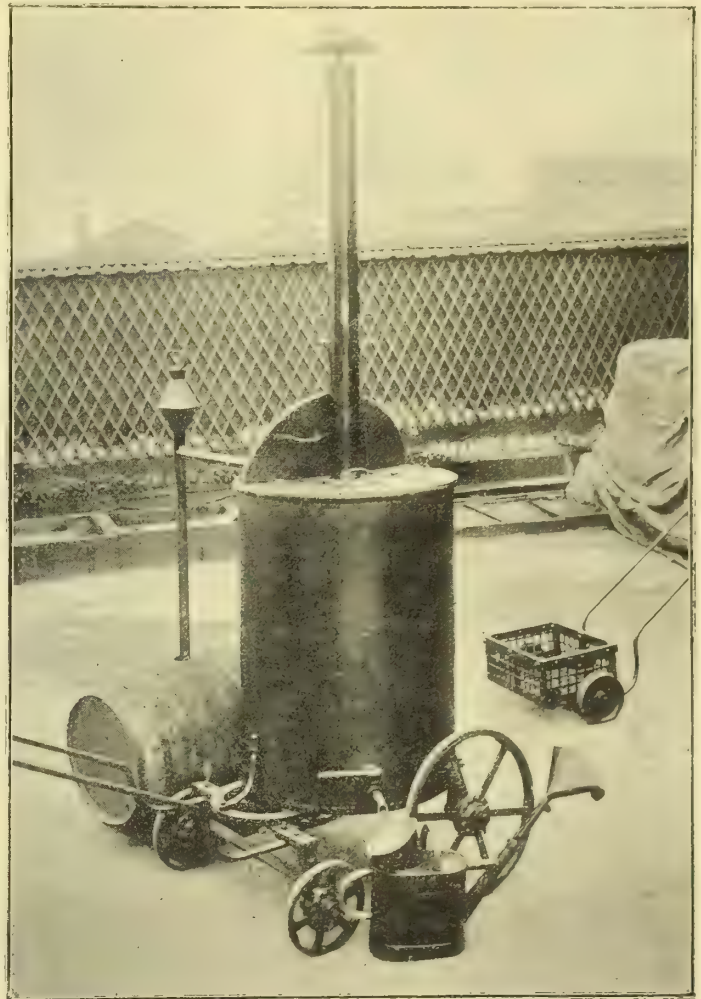


FIG. 2. — Matériel d'épandage du goudron en petit.

houille; mais cette différence disparaît lorsqu'on chauffe ce dernier l'influence de la température se traduit par les débits suivants :

Goudron de houille à 17 degrés.	40 centimètres cubes
— à 50 —	225 —
— à 70 —	280 —

A 50 degrés l'écoulement est donc aussi facile que pour le pétrole du Texas.

Le même Ingénieur, à l'occasion des essais effectués dans la banlieue de Paris, auxquels la Compagnie Parisienne du Gaz a pris une part active, a combiné divers appareils appropriés. Ces appareils diffèrent, du reste, suivant qu'il s'agit d'une application réduite à une surface d'une vingtaine de mètres carrés, ou s'étendant, au contraire, à de vastes surfaces, à partir de 150 ou 200 mètres carrés.

Épandage en petit. — Dans le premier cas, on se contente d'un arrosoir de 15 à 20 litres, muni d'une pomme plate ouverte en éventail et offrant une section de déversement en rapport avec la fluidité du produit employé (fig. 1).

Le goudron est chauffé dans des bassines, d'où il est transvasé dans les arrosoirs servant ainsi à la fois au transport et à l'épandage. Pour faciliter ce transvasement, les bassines sont munies d'un ajutage spé-

(1) *Annales des Ponts et Chaussées*, 2^e semestre 1903.

(2) Mémoire publié dans *l'Ingénieur-Constructeur* (1903, n° 7).

cial, et sont recouvertes, sur la partie de leur orifice supérieur qui correspond à l'ajutage, d'une tôle susceptible d'empêcher les projections de goudron pendant l'opération (fig. 2).

Des plaques de tôle protègent également le foyer bas qui sert au chauffage, dans le cas où le goudron, venant à mousser, coulerait le long des parois.

Pour se servir de l'arrosoir, écrit M. Honoré, l'ouvrier, après le remplissage, pose la pomme contre le sol et conduit l'appareil dans le sens transversal de la chaussée, en faisant demi-tour chaque fois qu'il approche des caniveaux. Il doit conduire le travail de façon que les bandes tracées par le liquide se rejoignent.

Épandage en grand. — Quelque simple que soit le procédé précédent, il serait long et entraînerait une main-d'œuvre dispendieuse, dans le cas d'épandage sur de grandes surfaces. M. Audouin leur substitue alors un tonneau distributeur, analogue à un tonneau d'arrosage. Le nom de *mitrailleuse*, que lui ont donné les ouvriers, semble devoir lui rester. C'est un fût cylindrique, d'une capacité d'environ 200 litres, monté sur un chariot à deux roues (fig. 3). Le goudron y est introduit au moyen de pompes et chauffé à l'aide d'un foyer mobile, qu'on enlève rapidement dès que le thermomètre indique que la température de 70 degrés est atteinte.

A l'arrière est disposé transversalement le tuyau distributeur percé de trous de section convenable. Ce tuyau déverse le goudron sur une bande de route de 1^m 50 de largeur. La contenance du tonneau correspond à une longueur de 120 mètres.

Après l'épandage du goudron ou du pétrole, des hommes régularisent la couche au moyen de balais ou de raclettes en caoutchouc. Les expériences du nord-est de Paris tendent à prouver que les brosses en piassava et les éboueurs ordinaires à lames de caoutchouc sont beaucoup trop durs pour les produits à chaud, qui s'enlèvent souvent par places. Il est préférable de se servir de balais doux (crin, soie ou coco), ou encore de raclettes en caoutchouc à lames minces et très flexibles, et avoir soin de lisser la couche et non de la brosser (1); mais, pour le goudron à froid, qui nécessite une action plus énergique, on pourrait, au contraire, recourir à la brosse de piassava; c'est le moyen employé notamment (même à chaud) dans les arrondissements de Fontainebleau et de Melun.

La durée nécessaire à la prise du goudron est très variable, suivant le temps, l'état atmosphérique, l'aération de la chaussée. D'après M. l'Ingénieur Bory, elle dure de deux à cinq jours; mais elle peut être activée par le mélange d'huiles lourdes. Quoi qu'il en soit, il est nécessaire d'interrompre la circulation, ce qui oblige, lorsqu'on ne peut pas barrer complètement la route, à opérer sur la demi-largeur.

Il est bon, avant de livrer la chaussée à la circulation, de la sabler. A Melun, on a sablé quelques parties aussitôt après l'épandage, afin de remettre la chaussée en circulation le soir même; mais il semble que les goudronnages ainsi sablés hâtivement se maintiennent moins bien que lorsqu'on laisse s'écouler au moins quarante-huit heures avant le sablage. En général, on s'est servi de sable siliceux. La présence de graviers est nuisible, parce que ces petits corps durs, sous l'influence du roulage, percent la couche de goudron et déterminent des gerçures. Le sable fin de rivière donne, au contraire, de bons résultats, et il en est de même de la simple poussière de route, que l'on a employée à Meaux avec succès.

Composition de l'équipe. — Dans une expérience effectuée à Ville-d'Avray, sous la direction de M. l'Ingénieur Le Gavrian, l'équipe desservant quatre bassines de 30 à 40 litres et opérant à l'arrosoir se composait de sept hommes : un homme au chauffage et à l'entretien des feux; un à puiser le goudron et à remplir les arrosoirs; un au va-et-vient des arrosoirs; un à l'épandage; deux sur les côtés, à étendre au balai; un en arrière, pour achever de régulariser.

L'équipe desservant une « mitrailleuse » à Versailles, sous la direction du même Ingénieur, comprenait six hommes : un surveillant; un homme à la chauffe et à la manœuvre du robinet; deux au remplissage de la tonne et au répandage; deux à l'étendage au balai. Une balayeuse, fonctionnant pendant une heure, suffisait à nettoyer la chaussée sur l'étendue nécessaire pour une journée.

Cette expérience a donné lieu à la remarque suivante : le temps nécessaire au chargement et à la chauffe de l'appareil était d'environ une heure et demie. Or, le répandage et l'étendage ne nécessitant pas plus de dix minutes, les ouvriers étaient trop souvent inoccupés. On les utilisait, pendant la charge et la chauffe, au grattage de l'empierrement avec des balais de brouseau; mais on peut également employer concurremment les deux méthodes, à la mitrailleuse et à l'arrosoir, ce qui permet de supprimer toute perte de temps.

Le travail produit dans la journée de dix heures a été :

Pour la mitrailleuse seule : 650 mètres carrés;

Avec les arrosoirs seuls (quatre bassines) : même surface;

Avec les deux procédés combinés et une seule équipe de sept hommes : 1 300 mètres carrés, soit le double de chacun des procédés séparés.

D'autre part, voici comment se décompose l'équipe employée par M. Honoré, à Vincennes et à Saint-Mandé, pour desservir cinq bassines de 40 litres : trois hommes à la manutention des fûts et au remplissage des bassines; un homme au chauffage; un au balayage à l'avancement et aux corvées; deux hommes à l'épandage; trois hommes au lissage.

PRIX DE REVIENT. — Le prix de revient varie essentiellement avec celui du produit employé et rendu à pied d'œuvre. Il varie aussi avec le tour de main qui peut causer une différence notable dans les quantités épandues par mètre carré.

Certaines applications ont exigé jusqu'à 2 kilogr. de goudron par mètre carré; mais la plupart des expériences bien faites se sont tenues dans les environs de 1 kilogr. Les essais de Vincennes et de Saint-Mandé n'ont employé que 0^{kg} 956 en moyenne.

Les usines à gaz ayant le plus grand intérêt au développement du goudronnage, ont, jusqu'à présent, fourni gratuitement le goudron, ou fait payer un prix fort réduit. Il conviendrait d'escompter pour l'avenir une certaine augmentation de prix, lorsque le goudronnage sera passé dans les mœurs, et par le simple jeu de l'offre et la demande. On peut même se demander si la production des usines à gaz, qui n'est pas indéfinie, suffirait à la consommation.

Pour le moment, on peut mentionner que le goudron rendu à pied d'œuvre a coûté : de 30 à 70 francs la tonne, dans l'arrondissement de Meaux; 43 francs dans celui de Fontainebleau; on l'estime à 50 francs à Versailles, Melun et dans les expériences de la banlieue parisienne.

Dans ces conditions, voici quelques-uns des prix de revient du goudronnage pour ces divers essais :

A Meaux, 0 fr. 07 à 0 fr. 09 le mètre carré, en 1902; 0 fr. 063 à 0 fr. 188 en 1903;

A Fontainebleau, 0 fr. 09 à 0 fr. 105;

A Melun, 0 fr. 120 à 0 fr. 130;

A Versailles, 0 fr. 146 avec la mitrailleuse seule, 0 fr. 141 avec les arrosoirs seuls, enfin 0 fr. 131 avec les deux procédés combinés. La main-d'œuvre représente, dans les deux premiers cas, 26 % de la dépense, et, dans le troisième cas, 20 %;

A Vincennes et Saint-Mandé, la dépense ressort à 0 fr. 150 le mètre carré.

La dépense, comme on le voit, est assez considérable. « Aussi, écrit M. Le Gavrian, faut-il envisager, pour la généralisation du système, une modification du nombre et même de la nature des appareils. Il faut, non seulement pouvoir utiliser complètement le temps des ouvriers, mais encore et surtout produire un travail intense, c'est-à-dire couvrir de grandes surfaces en peu de temps; le succès, dans les régions où le beau temps sec est rare, est à ce prix. »

On y parviendra sans doute par les perfectionnements que l'expérience suggère déjà pour le matériel en usage.

A certains égards, l'emploi de produits plus fluides permet de remédier aux inconvénients du goudron. L'expérimentation de ces produits, toutefois, ne semble pas avoir été assez multipliée jusqu'ici pour donner des résultats absolument concluants.

Avec le concours de M. Henry Deutsch, une section de 500 mètres de longueur, sur la route dite « Route de quarante sous », près de Saint-Germain-en-Laye, a été enduite de *mazout*, au mois de juillet 1902. En septembre de la même année, a eu lieu une nouvelle expérience sur deux sections différentes entre Versailles et Saint-Cyr, où la circulation atteint journellement 1 400 colliers ou véhicules.

L'application était faite par une équipe de cinq cantonniers, après balayage mécanique, et mise à vif au balai de piassava. Le mazout était porté de 100 à 120 degrés dans une chaudière cylindrique, d'où un robinet le déversait dans de simples arrosoirs de jardinier. L'épandage était très facile, ainsi que l'étendage au balai de piassava. On employait 0^l 80 par mètre carré.

Vingt minutes après l'épandage, on recouvrait la surface enduite avec la poussière du balayage qu'on avait eu soin de mettre en cordon des deux côtés de la route. On obtint un mélange très adhérent, avec un aspect grisâtre. L'odeur qui se dégage au début, disparaît rapidement.

Le mazout coûte 200 francs la tonne, correspondant à 1 100 litres environ, soit 0 fr. 18 le litre. Le prix de revient de l'opération est de 0 fr. 190, se décomposant ainsi :

Fourniture de mazout : 0 ^l 8 à 0 fr. 18 le litre . . .	Fr.	0,144
Main-d'œuvre.		0,035
Divers (chauffage, etc.).		0,011
	Fr.	0,190

Il est bon de remarquer que le mazout, produit étranger, est frappé d'un droit de douane de 90 francs à la tonne, ce qui permettrait d'obtenir une réduction à 0 fr. 125, si l'on obtenait l'exonération, dans l'intérêt de la chose publique.

L'huile neutre également expérimentée en septembre 1902, près de Versailles, s'emploie de la même façon et même plus aisément, la température nécessaire ne dépassant pas 80 degrés. Elle coûte moins cher que le mazout, mais dégage une odeur fort désagréable.

1. HONORÉ, *mémoire* etc.

CHEVALEMENTS MÉTALLIQUES ET CAGES D'EXTRACTION
des Mines d'Ely (Etats-Unis)

Fig.1 à 3. Chevalements métalliques

Fig.1. Demi-élévation antérieure et postérieure

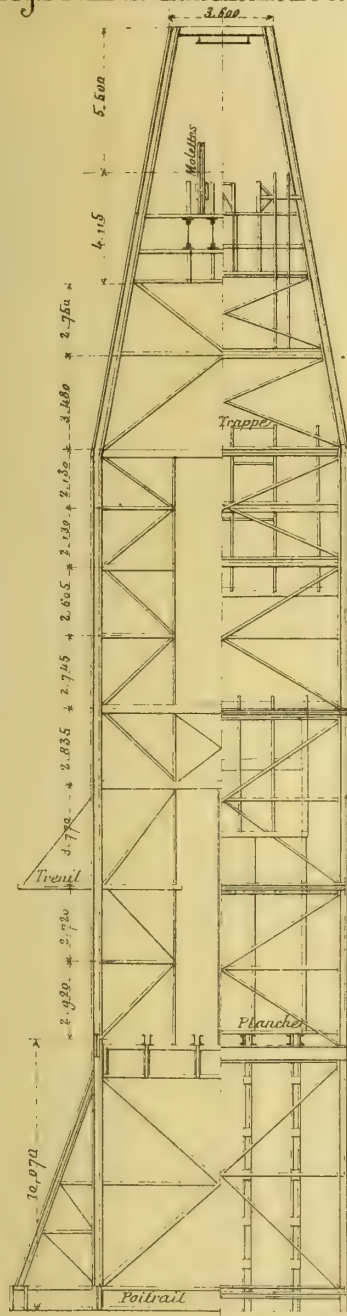


Fig. 2. Elévation latérale

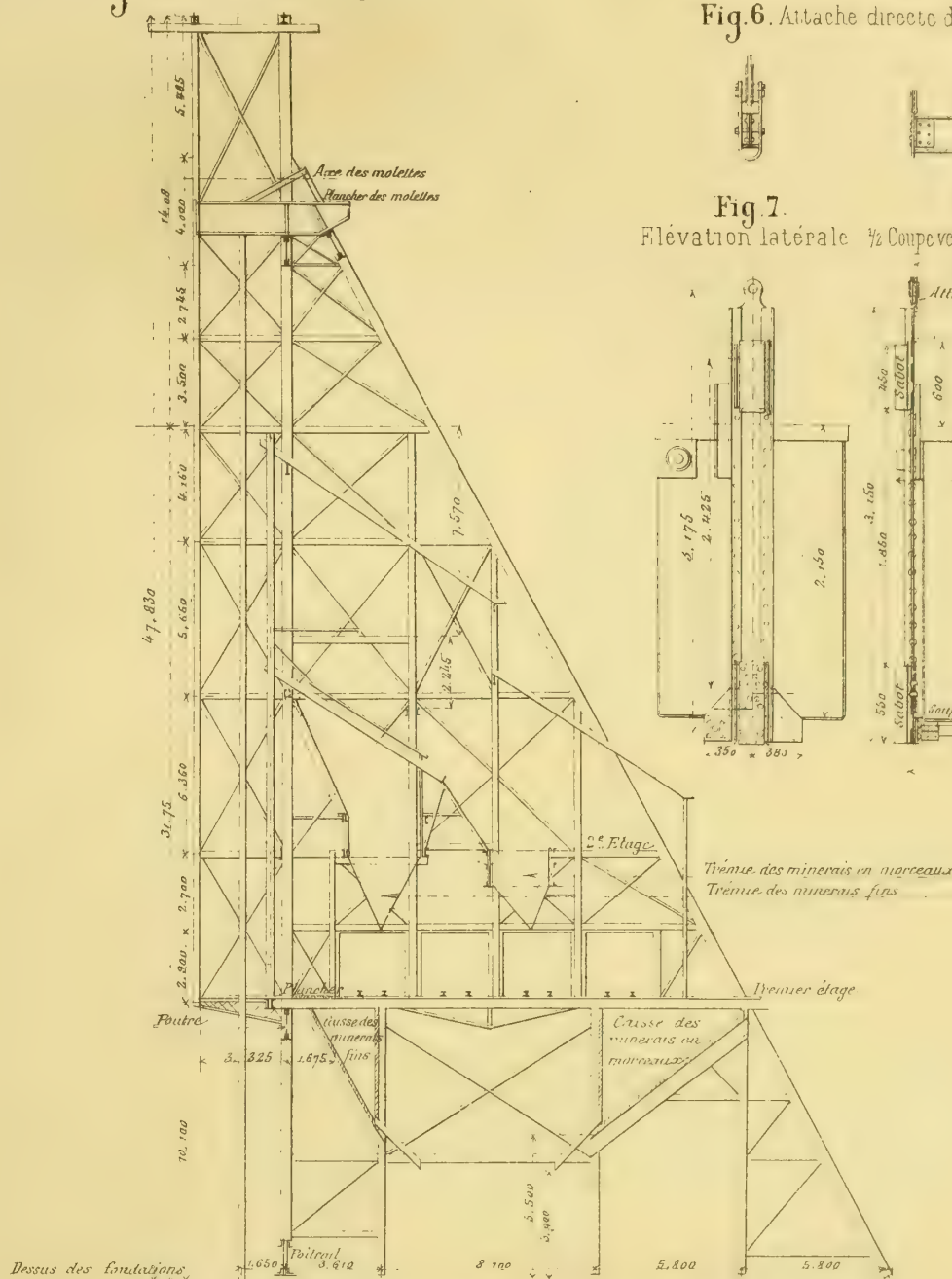


Fig.6 à 8. Skip du puits Sibley.

Fig.6. Attache directe du skip au cable

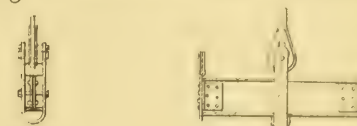


Fig. 7.

Fig 8

Fig. 1. Fig. 2.
 Élévation latérale 1/2 Coupe verticale 1/2 Elev. antérieure

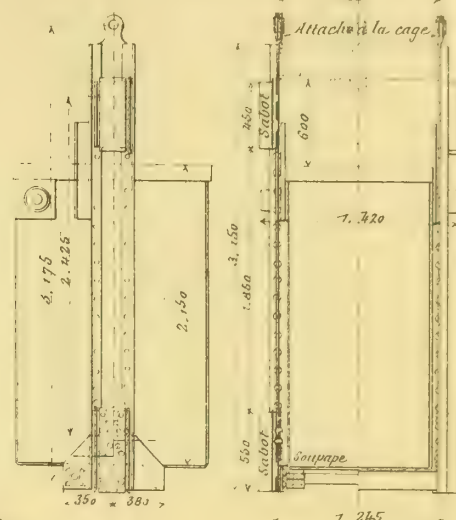


Fig. 4 et 5. Cage du puits Sibley.

Fig.4.  Elevation.

Fig. 5.  Vue de coté

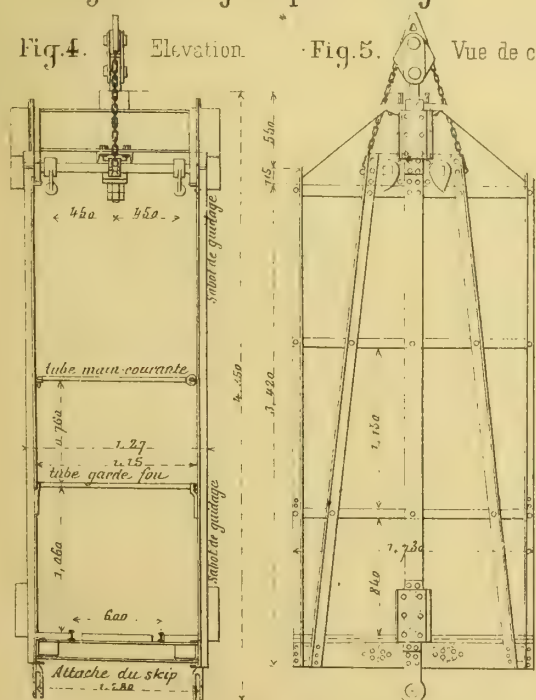
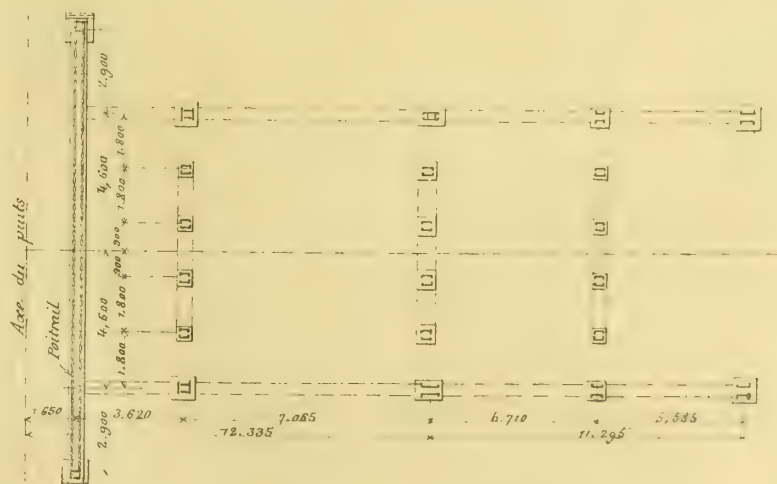


Fig.3.

Plan des fondations



Il semble toutefois que ces deux produits ne donnent pas des résultats aussi persistants que le goudron. D'après M. Le Gavrian, à la suite de pluies abondantes, la poussière jetée sur l'enduit, ou celle apportée par le vent, qui a fait corps avec lui, se transforme en boue sous l'action de l'eau et des voitures. « Après quelques alternatives de pluie et de beau temps, la boue s'accroît par les temps humides et finit par se coller aux roues des véhicules qui enlèvent l'enduit par petites plaques. »

Il est un autre point de vue auquel la comparaison du pétrole et du goudron s'impose : c'est celui de l'hygiène. Or, deux hygiénistes genevois, MM. Cristiani et Michelis, se sont chargés de ce soin, en analysant la composition bactériologique de l'air, dans la triple éventualité d'une route simplement macadamisée, pétrolée ou goudronnée. Leurs résultats sont appuyés sur plus de cent dix analyses, effectuées dans les conditions météorologiques les plus diverses — par un temps sec ou humide, après la pluie ou l'arrosage, à l'ombre ou au soleil, dans un air calme ou par grand vent. — On trouve ainsi en moyenne, par litre d'air :

Route macadamisée ordinaire	14 germes organisés.
— goudronnée	6,8 —
— pétrolée	5,7 —

Lorsque le sol est humide, la nature de la route n'a plus d'influence ; le nombre des germes est le même partout ; mais les différences s'accroissent, au contraire, lorsque la terre est très sèche, et on a alors, par litre d'air :

Route ordinaire	23 germes.
— goudronnée	9 —
— pétrolée	5 —

Ces constatations seraient tout à l'avantage de l'emploi du pétrole. Mais il est un autre élément dont il faut tenir compte, c'est l'action fixatrice du revêtement sur les bactéries, et son action antiseptique. Or, sur ce point, les expériences de MM. Cristiani et Michelis sont nettement en faveur du goudron.

Le pétrole fixe rapidement les poussières et les germes, mais il les retient mal et les abandonne au moindre courant d'air, tandis que le goudron les absorbe et les fixe complètement.

Les propriétés antiseptiques sont également plus prononcées pour le goudron. Le pétrole tue, il est vrai, les germes peu résistants, tels que le bacille du choléra, en quelques jours, mais le goudron les détruit en quelques heures. Quant aux microbes plus résistants, ils survivent pendant plus de trois mois sur un sol pétrolé, tandis qu'une quinzaine de jours suffit à leur destruction sur le goudron.

Les résultats de l'enquête que nous venons de résumer sont assez

encourageants pour qu'on puisse prévoir l'extension du goudronnage des routes, tout au moins aux abords des grandes villes et sur les chaussées particulièrement soumises à une circulation automobile de quelque intensité.

Il semble acquis dès aujourd'hui que cette opération, lorsqu'elle est pratiquée avec soin, empêche la formation de la poussière en été, de la boue en hiver, et que, grâce à l'enduit protecteur, l'usure de la route — qui consiste précisément en une pulvérisation — est atténuée dans de notables proportions. Il reste à apprécier quelle réduction sera



FIG. 3. — Mitrailleuse en fonctionnement.

ainsi apportée dans les frais d'entretien, d'arrosage et d'ébouage ; mais on peut prévoir encore que cette réduction sera assez considérable pour que l'on ne recule pas devant l'excédent définitif de dépense qu'entraînera cet enduit plastique étendu sur les voies les plus fréquentées.

L'-Colonel G. ESPITALIER.

MINES

INSTALLATION DE DEUX SIÈGES D'EXTRACTION aux mines de fer d'Ély, Minnesota (États-Unis).

(Planche II.)

La Compagnie Oliver Iron Mining, propriétaire des mines d'Ély, a créé, en 1902, deux nouveaux puits, le *Sibley* et le *Savoy*, situés à 450 mètres environ l'un de l'autre, et distants l'un de 150 mètres, l'autre de 600 mètres environ de leur commune machine d'extraction. Chacun d'eux possède un chevalement métallique qui supporte les molettes et les coffres où l'on emmagasine les minerais extraits au moyen des cages et des *skips* (caissons à bascules).

Nous indiquerons sommairement les particularités caractéristiques de ces appareils (1).

Le puits *Sibley* est vertical et descend actuellement à 221 mètres ; il dessert l'étage de 190^m 80, extrayant 425 tonnes par jour au moyen de deux compartiments de 1^m 50 × 1^m 80. La puits *Savoy* a une inclinaison, sur la verticale, de 0^m 114 par mètre ; il atteint la profondeur de 219 mètres et dessert l'étage de 188^m 70, à raison de 700 tonnes par vingt-quatre heures ; ses deux compartiments d'extraction ont 1^m 80 × 1^m 80.

Dans les deux puits, les *skips* sont suspendus sous les cages, mais ces engins sont de modèles différents, à raison de l'inclinaison de l'un des puits.

Chevalements métalliques. — Les chevalements des puits *Savoy* et *Sibley* (fig. 1 à 3, pl. II) sont établis en acier. Ils ont 9^m 15 de largeur sur 22^m 85 de longueur à la base, et une hauteur totale de 48^m 15. Leur poids atteint 265 tonnes. Le cadre principal est formé d'une série de piliers en fers à U, entretoisés avec d'autres fers horizontaux ; les piliers de front reposent sur un fort poitrail prenant ses points d'appui assez loin des bords des puits.

A l'arrière du chevalement sont deux fortes contre-fiches inclinées, supportant la traction des câbles, qui passent sur deux molettes de 3^m 60 de diamètre. A une hauteur de 10^m 100 de l'orifice du puits, se trouve une plate-forme en porte à faux, supportée par des consoles, qui soutient les guides des cages et leur entourage à la recette supérieure. La figure 2 (pl. II) montre la disposition des trémies de recette, où sont déversés les minerais qui se séparent naturellement d'après leur grosseur et se rendent ensuite dans des trémies, sous lesquelles se chargent les wagonnets.

L'ossature des chevalements est composée de fers à U, renforcés de fers plats et de poutres en treillis en certains points, notamment aux supports des molettes et des trémies ; les entretoises sont généralement des cornières. Toutes ces pièces sont rivées.

Cages et skips. — Au puits *Sibley*, les cages (fig. 4 et 5, pl. II) composées d'un cadre en cornières et barres d'acier, ont 4^m 35 de hauteur et 1^m 73 × 1^m 28 en plan ; le plancher est formé de planches de 0^m 05 recouvertes d'une tôle de 6 millimètres, supportant une voie ferrée de 0^m 60 en rails de 11 kilogr. pour les berlines. Les *skips* (fig. 6 à 8, pl. II) sont suspendus sous les cages au moyen de deux fortes barres avec des ressorts en acier ; ils ont 1^m 80 de profondeur et sont supportés par deux cadres en cornières et fers plats dont la hauteur totale est de 3^m 20. Leur poids total atteint 2 125 kilogrammes.

Au puits *Savoy*, les cages portent quatre galets roulant sur une voie de 1^m 42 ; leur construction ne diffère pas de celle des cages du premier puits, sinon en ce qu'elles présentent des renforcements diagonaux ; leur suspension, ici encore, se fait par l'intermédiaire d'un appareil de sûreté à griffes reliées à des ressorts en acier rond. Les *skips* sont également suspendus sous les cages.

Dans les deux puits, on peut attacher les *skips* directement aux câbles au moyen d'une barre transversale, représentée figure 6, planche II.

Machine d'extraction. — La machine d'extraction (fig. 1 et 2) est du type à action directe et consiste en deux tambours, desservant chacun un des puits, mais par une seule machine jumelle, et portant chacun deux câbles afin d'éviter les retards ; les berlines ne sont pas déchar-

(1) D'après l'Engineering News.

gées dans les skips, mais dans de grands coffres qui servent à remplir les skips.

L'arbre de la machine Corliss de 2000 chevaux porte les deux tambours, dont chacun est actionné indépendamment de l'autre et dessert, par ses deux câbles, les deux compartiments d'un puits. La machine est à échappement libre, et travaille sous une pression de $8^{\text{kg}}8$, qui peut être élevée à $10^{\text{kg}}5$. La puissance de traction de chaque tambour est de 13 000 kilogr. environ : 6 500 kilogr. de minéral, 2 700 kilogr. de câble, 1 550 kilogr. de cage et 2 250 kilogr. de skip ; la charge non équilibrée est de 9 500 kilogr. La vitesse de montée est de 10 mètres par seconde environ.

Les deux cylindres de la machine sont espacés de 11 mètres, d'axe en axe ; ils ont $0^{\text{m}}71$ de diamètre et $1^{\text{m}}52$ de course. Les bielles mettent en mouvement par deux manivelles à 90 degrés, en acier fondu, un arbre de $0^{\text{m}}36$ de diamètre soutenu par trois paliers, de $0^{\text{m}}72$ de portée. Ces cylindres sont pourvus d'une tuyauterie faisant communiquer, au moyen d'une soupape, les deux extrémités du cylindre, de sorte que les pistons peuvent se mouvoir librement pendant la descente des cages. Tous les cylindres, même ceux qui actionnent les freins, les accouplements à friction et le mécanisme de renversement, sont à enveloppe de vapeur.

Les diamètres de la tuyauterie sont calculés pour que la vitesse de la vapeur vive à $8^{\text{kg}}8$ ne dépasse pas 180 mètres, et celle de l'échappement, 120 mètres par minute.

par suite d'un accident, la pression de la vapeur baissait au-dessous de 7 kilogr., un dispositif automatique ouvrirait une soupape et admettrait dans le cylindre de l'air comprimé à $4^{\text{kg}}5$ provenant d'un réservoir, qui serrerait le frein. Le frein peut également être serré à la main, au moyen d'un volant de manœuvre placé sur la plate-forme du machiniste.

Les embrayages à friction qui commandent chaque tambour sont disposés au milieu de la longueur de celui-ci, ce qui a permis de réduire la distance des cylindres, et le couple de torsion sur les coquilles des tambours, au moment des démarrages.

Freins. — Chaque tambour possède deux freins à bande de $0^{\text{m}}40$ de largeur et, pour éviter l'échauffement des coquilles des tambours, ce sont elles qui portent les sabots de bois. Chaque paire de freins est actionnée par un cylindre à enveloppe de vapeur et un dispositif spécial assure l'égalité de tension des différentes bandes. Les cylindres des freins sont pourvus de pistons à huile pour que le fonctionnement soit progressif et sans chocs. La soupape qui commande le passage de l'huile dans les cylindres est sous la dépendance d'un levier spécial au moyen duquel, en cas d'urgence, on peut arrêter le piston de frein à un point quelconque de sa course.

Évite-molettes. — L'évite-molettes est disposé de telle façon, que la soupape d'admission ne peut se rouvrir avant que le machiniste n'ait

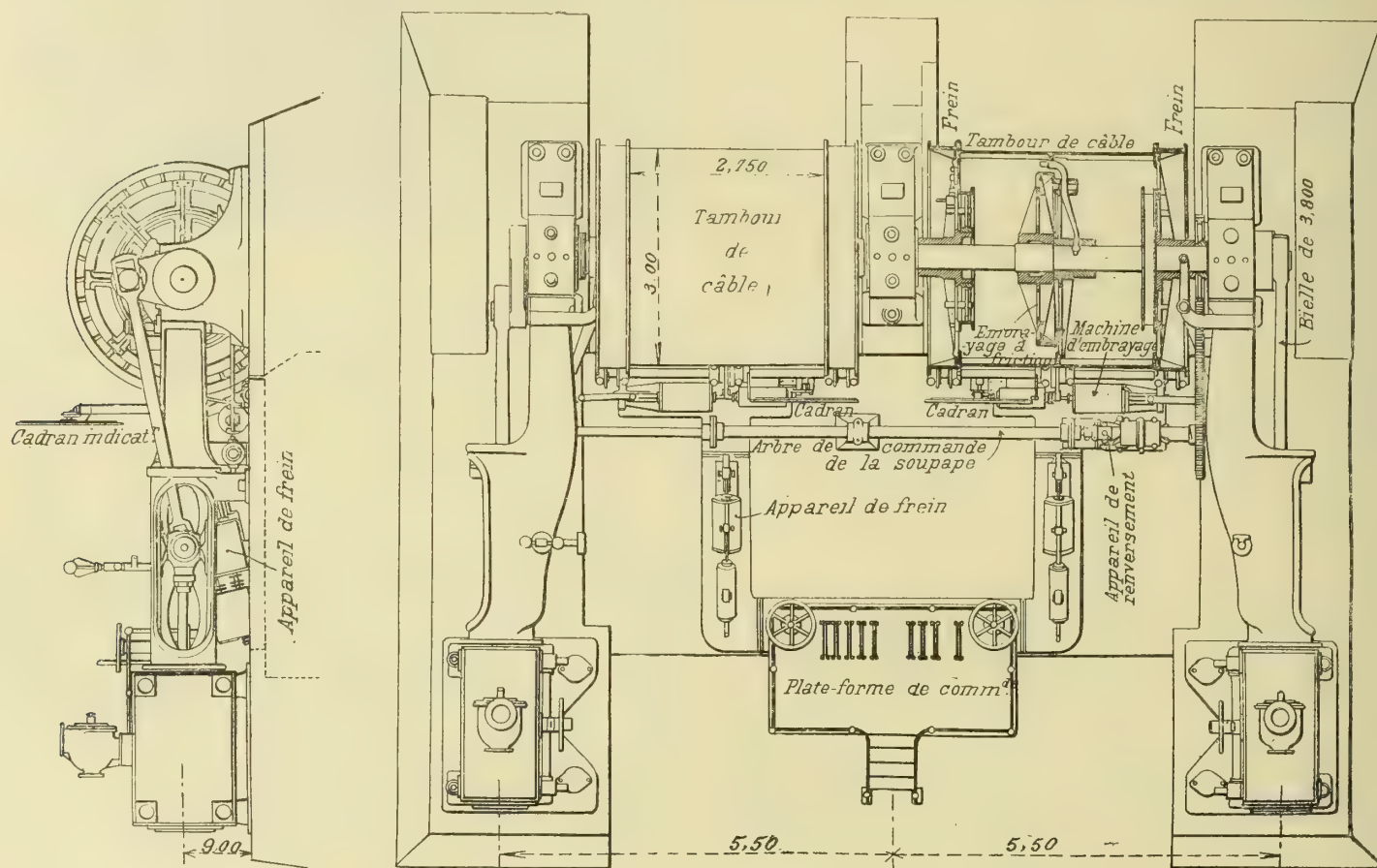


Fig. 1 et 2. — Élévation latérale et plan de la machine Corliss.

Les deux cylindres sont soumis au même régulateur à force centrifuge ; un dispositif, actionné à la main, permet de faire varier de 5 à 6 % la vitesse. Les valves d'admission sont soumises à l'action d'un mécanisme de fermeture automatique quand les cages approchent de l'extrémité de leur course.

Tambours. — Les deux tambours des câbles ont $2^{\text{m}}75$ de longueur et 3 mètres de diamètre ; ils sont constitués par des cylindres que portent trois croisillons montés sur l'arbre principal. Leur commande a lieu au moyen d'un embrayage à friction intérieur, dont la poulie est calée sur l'arbre et la bande serrée au moyen de leviers. Chaque tambour est muni d'empreintes pour recevoir un câble de 35 millimètres de diamètre et porte 600 mètres de câble, non compris neuf tours morts, c'est-à-dire toujours enroulés. A chaque extrémité du tambour et à l'intérieur, se trouve une bobine auxiliaire sur laquelle sont enroulés 45 mètres de câble que l'on peut filer au cas où l'on augmenterait la profondeur de l'accrochage. Ces bobines, actionnées par des volants de manœuvre et des engrenages, sont maintenues au moyen de clavettes. A chaque extrémité, le tambour porte un puissant frein à bande, commandé par un cylindre à vapeur ; si,

renversé la marche de la machine, qui se trouve bloquée tant que la marche n'est pas renversée. Cependant, pour permettre de faibles mouvements, destinés à atteindre exactement les points d'arrêt, on a établi une petite tuyauterie, avec soupape supplémentaire, au moyen de laquelle la machine peut prendre une allure très lente, que les freins peuvent contre-balancer à volonté. Cette même tuyauterie est encore employée pour adoucir les démarrages.

S'il arrive que les cages dépassent le point d'arrêt et montent aux molettes, la vapeur arrive automatiquement dans le cylindre du frein, au moyen de la soupape qui s'ouvre en entier, en même temps que les amortisseurs à huile sont isolés et ne peuvent s'opposer à un serrage brusque des freins.

Le renversement de marche, les freins, les embrayages, sont tous commandés par des cylindres à vapeur, munis de cataractes à huile pour éviter les chocs. Des indicateurs à cadran, commandés par des arbres et engrenages, montrent la position des cages à chaque instant, et on a tracé, sur les extrémités des tambours, une division permettant de se rendre compte des moindres déplacements des cages.

MÉTALLURGIE

RECHERCHES SUR LES ACIERS AU TUNGSTÈNE

(Suite et fin¹.)

III. PROPRIÉTÉS MÉCANIQUES. — 1° *Aciers bruts de forge*. — Les aciers à environ 0,200 % de carbone nous ont donné des résultats extrêmement nets à la traction.

Tant que le pourcentage en tungstène n'atteint pas 11 %, les aciers donnent une charge de rupture et une limite élastique d'autant plus élevées que l'acier renferme une plus grande quantité de tungstène.

C'est ainsi que :

1° L'acier à 0,117 % de carbone et 0,412 % de tungstène nous a donné :

$$R = 41,1; \quad E = 30,1; \quad A \% = 19; \quad \Sigma = 66,5 \text{ (2)};$$

2° L'acier contenant 0,110 % de carbone et 1,750 % de tungstène a fourni :

$$R = 48,9; \quad E = 37,6; \quad A \% = 18; \quad \Sigma = 62,1;$$

3° L'alliage renfermant 0,126 % de carbone et 4,965 % de tungstène a donné :

$$R = 63,2; \quad E = 33,9; \quad A \% = 13,5; \quad \Sigma = 63,0.$$

Quand on atteint 11 % de tungstène, on obtient une charge de rupture et une limite élastique plus élevées, étant donnée la faible teneur en carbone. L'acier à 0,173 % de carbone et 11,89 % de tungstène fournit :

$$R = 86,6; \quad E = 79,1; \quad A \% = 5; \quad \Sigma = 47,7.$$

Pour des pourcentages en tungstène plus élevés, la charge de rupture se maintient dans des valeurs élevées; il ne paraît pas y avoir de loi bien établie entre la variation de la charge de rupture et la teneur en tungstène. Elle semble plutôt baisser quand le tungstène augmente. Il faut, toutefois, tenir compte de ce que ces aciers ont été essayés bruts de forge; l'écroutissage a donc une certaine influence.

Il a été obtenu avec l'acier à 0,201 % de carbone et 14,270 % de tungstène :

$$R = 77,2; \quad E = 54,6; \quad A \% = 10,5; \quad \Sigma = 14,7;$$

Avec l'alliage renfermant 0,221 % de carbone et 20,71 % de tungstène :

$$R = 71,5; \quad E = 48,9; \quad A \% = 9; \quad \Sigma = 26,4;$$

Enfin, avec l'acier à 0,219 % de carbone et 24,35 % de tungstène :

$$R = 60,2; \quad E = 41,4; \quad A \% = 4; \quad \Sigma = 7,5.$$

En somme, l'essai à la traction nous fait bien retrouver la classification à laquelle nous avait conduit la micrographie.

Les aciers de la deuxième série, c'est-à-dire renfermant environ 0,800 % de carbone, ont fourni des résultats moins nets.

En effet, tous ces aciers possèdent des charges de rupture extrêmement élevées. Toutefois, les aciers renfermant plus de 10 % de tungstène ont des allongements et strictionnements extrêmement faibles.

Nous avons obtenu les résultats suivants avec des aciers à faible teneur en tungstène :

1° Avec l'acier à 0,861 % de carbone et 0,397 % de tungstène :

$$R = 103,2; \quad E = 56,4; \quad A \% = 6; \quad \Sigma = 17,6;$$

2° Avec l'alliage renfermant 0,795 % de carbone et 2,750 % de tungstène :

$$R = 124,3; \quad E = 75,3; \quad A \% = 5,5; \quad \Sigma = 17,6;$$

3° Avec l'acier contenant 0,823 % de carbone et 4,676 % de tungstène :

$$R = 126,5; \quad E = 85,8; \quad A \% = 5; \quad \Sigma = 16,3.$$

Les aciers à haute teneur en tungstène nous ont donné les chiffres suivants :

1° L'acier à 0,712 % de carbone et 14,750 % de tungstène :

$$R = 129,9; \quad E = 67,8; \quad A \% = 2; \quad \Sigma = 3;$$

2° L'acier à 0,797 % de carbone et 19,250 % de tungstène :

$$R = 105,4; \quad E = 71,5; \quad A \% = 3,5; \quad \Sigma = 4,5;$$

3° L'acier à 0,743 % de carbone et 25,270 % de tungstène :

$$R = 113,0; \quad E = 94,1; \quad A \% = 0,5; \quad \Sigma = 0.$$

Tous les aciers à carbure double donnent, dans l'essai à la traction, des cassures spéciales, à dents de fraise extrêmement nettes. Dans les aciers les plus carburés, il se forme même des espèces de crans suivant les génératrices.

Les essais au choc permettent une classification aussi claire pour les aciers de la première série, plus nette pour les aciers de la seconde.

En effet, les aciers à 0,200 % de carbone environ qui renferment moins de 11 % de tungstène ne sont pas fragiles.

A partir de 11 % de tungstène, les aciers donnent invariablement 5 à 6 kilogrammètres, et cela quelle que soit la dose de tungstène.

Pour les premiers aciers, plus le pourcentage en tungstène est élevé, moins la résistance au choc est grande; elle ne descend pas, toutefois, au-dessous de 20 kilogrammètres.

Les aciers à 0,800 % de carbone sont très fragiles (0, 1 ou 2 kilogrammètres) tant que leur teneur en tungstène est inférieure à 5 %. Dès qu'on atteint le voisinage de ce pourcentage, la résistance au choc augmente très nettement et l'on obtient constamment de 5 à 6 kilogrammètres.

Il est à remarquer que les aciers à carbure double donnent toujours cette résistance au choc et cela quelle que soit leur teneur en carbone.

Quant à la méthode de Brinell utilisée pour déterminer la dureté, elle ne donne aucune indication. Cependant les aciers à teneur élevée en tungstène et renfermant environ 0,200 % de carbone ont une dureté relativement élevée, étant donné leur faible pourcentage en carbone. En effet, ils donnent de 167 à 223 comme chiffre de Brinell.

2° *Aciers trempés*. — Les essais à la traction sur aciers trempés nous ont conduit aux mêmes conclusions que la micrographie.

Dans la série à 0,200 % de carbone environ, les aciers contenant moins de 11 % de tungstène voient augmenter très sensiblement leur résistance et leur limite élastique et cela d'autant plus que l'acier renferme plus de tungstène. Il faut donc admettre que ce métal joue bien un rôle dans les propriétés de la martensite qui prend naissance dans la trempe.

C'est ainsi que nous avons obtenu :

1° Avec l'acier à 0,110 % de carbone et 0,939 % de tungstène :

$$R = 55,3; \quad E = 41,4; \quad A \% = 10; \quad \Sigma = 68,6;$$

2° Avec l'acier à 0,110 % de carbone et 1,750 % de tungstène :

$$R = 75,3; \quad E = 56,5; \quad A \% = 3,5; \quad \Sigma = 6.$$

Les aciers à carbure double, c'est-à-dire ceux renfermant plus de 11 % de tungstène, sont tous légèrement adoucis par la trempe. On peut, il est vrai, attribuer cet adoucissement à la destruction de l'écroutissage par le chauffage qui précède la trempe :

1° L'acier à 0,173 % de carbone et 11,890 % de tungstène a donné :

$$R = 67,2; \quad E = 45,3; \quad A \% = 11,5; \quad \Sigma = 57,5;$$

2° L'acier à 0,201 % de carbone et 14,270 % de tungstène :

$$R = 63,5; \quad E = 36,5; \quad A \% = 11,5; \quad \Sigma = 53,5;$$

3° L'acier contenant 0,221 % de carbone et 20,710 % de tungstène :

$$R = 67,7; \quad E = 52,6; \quad A \% = 7,7; \quad \Sigma = 7,5;$$

4° L'alliage renfermant 0,219 % de carbone et 24,350 % de tungstène :

$$R = 57,8; \quad E = 43,8; \quad A \% = 12,8; \quad \Sigma = 7,4.$$

Les aciers de la deuxième série à faible teneur en tungstène ont tous tapé dans la trempe à l'eau.

Les aciers à carbure double qui renferment le moins de tungstène sont durcis par la trempe; les autres sont adoucis. Ceci, d'ailleurs, s'explique par la micrographie, les premiers aciers seuls semblant donner de la martensite par trempe.

1° L'acier à 0,712 % de carbone et 14,749 % de tungstène a donné

$$R = 135,0; \quad E = 135,0; \quad A \% = 0; \quad \Sigma = 0;$$

2° L'acier à 0,797 % de carbone et 19,250 % de tungstène :

$$R = 124,8; \quad E = 124,8; \quad A \% = 0; \quad \Sigma = 0;$$

3° L'acier à 0,743 % de carbone et 25,276 % de tungstène :

$$R = 103,2; \quad E = 50,4; \quad A \% = 1; \quad \Sigma = 0.$$

La trempe est sans résultat sensible sur la résistance au choc des aciers à faible teneur en carbone (0,200 % environ). Elle rend plus fragiles encore les aciers perlitiques de la deuxième série et augmente légèrement la fragilité des aciers au carbure double. Quant à la dureté, elle augmente nettement pour tous les aciers, et cela d'autant plus que leur teneur en carbone est élevée.

Toutefois, la dureté des aciers à haute teneur en tungstène n'est pas très atteinte par la trempe. Ceci correspond bien aux résultats donnés par la micrographie. Quelques essais au choc et à la dureté ont été faits sur les aciers prenant la trempe à l'air. Nous avons vu ainsi que la fragilité augmente; on obtient de 2 à 3 kilogrammètres (au lieu de 5 à 6) et la dureté est légèrement augmentée.

Cette augmentation relativement faible de la dureté n'a, en somme,

(1) Voir le *Génie Civil*, t. XLV, n° 1, p. 7.

(2) R, résistance à la rupture; E, limite d'élasticité; A, allongement; Σ , striction.

rien qui puisse étonner. Nous avons vu, en effet, que la transformation qui s'opère dans ce traitement n'est que superficielle.

4° *Aciers recuits*. — Le recuit adoucit très nettement tous les aciers au tungstène.

L'acier à 0,200 % de carbone et 14,27 % de tungstène donne :

1° Brut de forge :

R = 77,2; E = 54,6; A % = 10,5; Σ = 14,7;

2° Recuit à 900 degrés pendant quatre heures :

R = 63,5; E = 38,5; A % = 11,5; Σ = 43,5.

L'acier à 0,712 % de carbone et 14,7 % de tungstène a donné :

1° Brut de forge :

R = 129,9; E = 67,8; A % = 3,5; Σ = 3,0;

2° Recuit à 900 degrés pendant quatre heures :

R = 109,0; E = 55,4; A % = 7,0; Σ = 24,3.

L'acier à 0,797 % de carbone et 19,250 % de tungstène a donné :

1° Brut de forge :

R = 105,4; E = 71,5; A % = 3,5; Σ = 4,5;

2° Recuit à 900 degrés pendant quatre heures :

R = 95,3; E = 52,4; A % = 6,0; Σ = 18,2.

Nous avons étudié spécialement les aciers qui présentent, après recuit à 1 200 degrés, cette structure particulière se rapprochant un peu de la martensite.

L'acier à 0,795 % de carbone et 2,750 % de tungstène a donné :

1° Brut de forge :

R = 124,3; E = 75,3; A % = 55; Σ = 17,6;

2° Recuit à 1 200 degrés pendant quatre heures :

R = 92,5; E = 45,8; A % = 2; Σ = 5,5.

L'acier à 0,823 % de carbone et 4,767 % de tungstène a donné :

1° Brut de forge :

R = 126,5; E = 85,8; A % = 5,0; Σ = 16,3;

2° Recuit à 1 200 degrés pendant quatre heures :

R = 97,8; E = 55,3; A % = 2,0; Σ = 4,2.

On voit que dans ces recuits à 1 200 degrés, on trouve une diminution de la charge de rupture et de la limite élastique et en même temps une diminution sensible des allongements et des striction. Ceci n'a, d'ailleurs, rien qui puisse surprendre, étant donnée la haute température du recuit.

Ces essais semblent donc bien établir que l'acier ne renferme pas de martensite. De plus, le chiffre de Brinell est sensiblement le même après le recuit qu'avant.

CONCLUSIONS. — Les recherches que nous venons d'achever sur les aciers au tungstène prouvent que ces aciers doivent être divisés en deux groupes principaux dont les principales propriétés peuvent s'énoncer comme suit :

Premier groupe : Aciers perlitiques. — Ces aciers ont des propriétés analogues à celles des aciers au carbone; mais, à même pourcentage de carbone, ils possèdent, d'une part, une charge de rupture, une limite élastique et une dureté d'autant plus élevées, et d'autre part, des allongements, des striction et une résistance au choc d'autant plus faibles que la teneur en tungstène est plus forte. Ces aciers sont atteints par la trempe dans le même sens que les aciers ordinaires; mais les aciers faiblement carburés sont d'autant moins transformés que leur teneur en tungstène est plus élevée.

Le recuit les adoucit.

Deuxième groupe : Aciers à carbure double. — Leurs propriétés sont assez variables avec la teneur en carbone. Toutefois leur résistance au choc est constante (5 à 6 kilogrammètres).

Généralement ils possèdent des charges de rupture et des limites élastiques plus faibles que les aciers perlitiques à même teneur en carbone. La trempe à 850 degrés les transforme en donnant une martensite qui est très fine; mais quand la teneur en tungstène est suffisamment grande, il subsiste, après trempe, du carbure double.

Enfin, certains de ces aciers, ceux de ce groupe qui possèdent les plus faibles teneurs en tungstène, prennent *superficiellement* la trempe à l'air.

DIAGRAMME DES ACIERS AU TUNGSTÈNE. — Nous avons pu résumer nos recherches sur les aciers au nickel et au manganèse dans des diagrammes extrêmement simples qui donnent la microstructure et, par conséquent, les propriétés mécaniques en fonction de la composition.

Pour les aciers au chrome, nous éprouvons certaines difficultés provenant de la complexité de leur constitution.

Les aciers au tungstène présentent une très grande simplicité de classification; après l'examen de nombreux échantillons, nous sommes arrivé au diagramme ci-contre (fig. 1) :

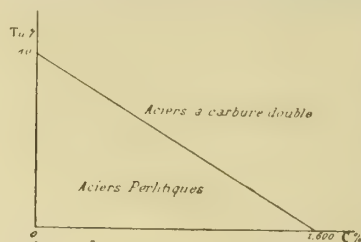


FIG. 1. — Diagramme des aciers au tungstène.

Nous portons, à des échelles quelconques, sur l'axe des x les teneurs en carbone; sur l'axe des y les teneurs en tungstène. Traçons la droite qui part du pourcentage 1,600 % de carbone et qui arrive au point 10 % de tungstène. Cette droite divise le plan en deux espaces : les aciers perlitiques correspondent à l'espace situé au-dessous de la droite et ceux à carbure double à l'es-

pace placé au-dessus. Il est assez facile de déterminer si un acier est bien sur la limite des deux groupes. Une légère cémentation dans un acier perlitique doit faire apparaître le carbure double; une faible décarburation doit donner de la perlite dans un acier à carbure double.

Nous ferons remarquer que le point 1,600 de l'axe des x ne correspond nullement au point voisin (1,650) trouvé pour les aciers au nickel et au manganèse.

UTILISATION. — Les aciers au tungstène sont utilisés principalement comme aciers à outils. Ils doivent subir la trempe à l'eau pour être employés.

Les aciers à coupe rapide et trempant à l'air contiennent, outre du tungstène, du chrome ou du manganèse.

Quelques aciéries préconisent les aciers à faible teneur en tungstène comme aciers à ressorts. Nous ne voyons pas l'intérêt qu'ils présentent. Leur composition moyenne est la suivante :

C = 0,470; Mn = 0,200; Si = 0,200; W = 0,600.

Non trempé, un tel acier donne :

R = 80 à 85 kilogr.; E = 60; A % = 14.

Trempé à 850 degrés et revenu au bois étincelant, il donne :

R = 140 kilogr.; E = 100; A % = 7.

Le prix de ces aciers est beaucoup plus élevé que celui des aciers au silicium pour ressorts; enfin, leur résistance au choc après trempe et recuit est plutôt inférieure à celle des aciers au silicium.

En résumé, c'est dans la fabrication des aciers à outils que se trouve le seul intérêt des aciers au tungstène.

LÉON GUILLET,
Docteur ès Sciences,
Ingénieur des Arts et Manufactures.

VARIÉTÉS

Appareil pour la mesure de la puissance des moteurs à grande vitesse (1).

L'appareil employé depuis plusieurs années par le colonel Renard, pour la mesure de la puissance des moteurs à mouvements rapides (dynamos, moteurs d'automobiles, etc.) est fondé sur les lois de la résistance de l'air. L'inventeur lui a donné le nom de moulinet dynamométrique.

Il consiste simplement en une barre rectangulaire en frêne (fig. 1) sur laquelle on boulonne deux plans carrés d'aluminium symétriques par rapport à l'axe AA' autour duquel doit tourner la barre et parallèles à cet axe.

Ces plans peuvent prendre différentes positions indiquées par des chiffres qu'on voit sur la figure. Le chiffre qui définit la position des plans est celui qui tombe en face de la ligne de foi FF' passant par le centre du plan. L'appareil peut être calé directement sur l'arbre du moteur ou sur un arbre auxiliaire placé sur son prolongement et relié au moteur par une bielle de cardan.

L'expérience montre que, pour une position donnée des plans, le moment moteur est proportionnel au poids spécifique de l'air (que peut donner un abaque) et au carré de la vitesse angulaire.

Si a est le poids spécifique de l'air en kilogrammes par mètre cube; M le moment moteur en kilogrammètres; N le nombre de tours du moulinet par minute et K_m un coefficient appelé coefficient de moment et déterminé par l'expérience, on a :

$$M = a K_m \left(\frac{N}{1000} \right)^2.$$

On en déduit facilement, en désignant par T la puissance en kilogrammètres et par K_t un coefficient dit coefficient de puissance,

$$T = a K_t \left(\frac{N}{1000} \right)^3.$$

(1) Note présentée par M. Maurice Lévy à l'Académie des Sciences, dans la séance du 2 mai 1914.

Les coefficients K_t et K_m sont d'ailleurs reliés par l'équation :

$$K_t = \frac{100\pi}{3} K_m = 104,72 K_m.$$

Les valeurs de K_m ont été déterminées avec précision pour les diverses positions des plans, au moyen d'une balance dynamométrique. On en déduit les valeurs de K_t .

Il suffit de compter les tours du moulinet pour avoir immédiatement la puissance motrice ou le moment moteur. En employant un tachymètre enregistreur à graduation spéciale, on peut enregistrer directement la puissance puisqu'elle est une fonction de la vitesse seule.

L'appareil ne s'échauffe pas parce que l'énergie du moteur est absorbée par des masses d'air sans cesse renouvelées. On peut donc prolonger indéfiniment les expériences et étudier avec la plus grande facilité les variations de puissance d'un moteur, car elles se traduisent simplement par des variations de vitesse faciles à enregistrer.

Enfin, des appareils de dimensions restreintes permettent d'essayer des moteurs de grande puissance. Un petit moulinet pesant moins de 2 kilogr. peut servir à mesurer une puissance maximum supérieure à 20 chevaux.

Pour rendre la méthode tout à fait pratique, l'inventeur a construit une série de moulinets géométriquement semblables dont la grandeur est définie par un chiffre qu'il appelle le module. Ce module est l'écartement des trous de la barre en centimètres. La longueur de la barre est égale à vingt-quatre modules; la position des plans est exprimée par leur distance à l'axe en modules, etc.

Chaque module a un diagramme d'emploi (fig. 2) sur lequel on a

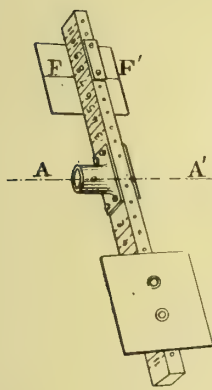


Fig. 1. — Moulinet dynamométrique.

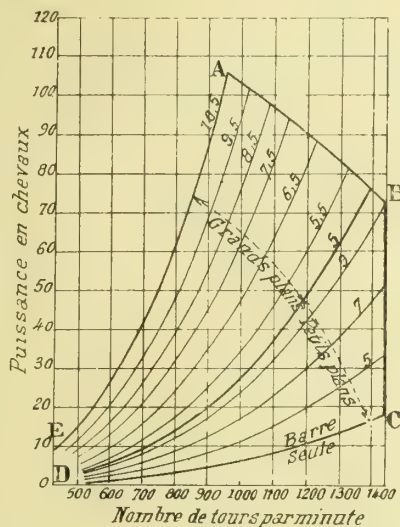


Fig. 2. — Diagramme d'emploi d'un moulinet dynamométrique.

tracé les paraboles cubiques qui donnent la puissance en chevaux P en fonction de N pour les différentes positions des plans.

Ce diagramme est limité par un polygone ABCDE, qui indique la limite d'emploi à ne jamais dépasser dans aucun cas. Sur le diagramme de la figure 2 les numéros inscrits sur les courbes sont ceux des divisions de la barre en regard desquelles tombe la ligne médiane tracée sur les plans. Le côté BC correspond à la vitesse limite à l'extrémité de la barre; cette vitesse est fixée à 100 mètres par seconde. Le côté AB est la courbe d'égale tension de la barre. Cette tension maximum est égale à 100 kilogr. par centimètre carré. AE est la parabole cubique correspondant à la position extrême des grands plans (chaque moulinet a deux séries de plans, les grands et les petits) et DC la parabole cubique correspondant à la barre seule.

Toute combinaison de N et de P qui donne un point situé à l'intérieur du polygone d'emploi ABCDE correspond à une expérience réalisable avec le moulinet considéré. Les courbes du diagramme sont tracées en prenant pour α la valeur moyenne 1,25. Une table donne ensuite la correction pour 100, additive ou soustractive à faire subir à la puissance en fonction de la température et de la pression (température à 1 degré près, pression à 2 millimètres près).

La loi suivante permet de déduire tous les coefficients K_m et K_t de leur valeur α et β pour le moulinet de module 1 :

Pour deux moulinets semblables, les coefficients K_m et K_t sont proportionnels à la cinquième puissance du module.

Si μ est le module, on a donc :

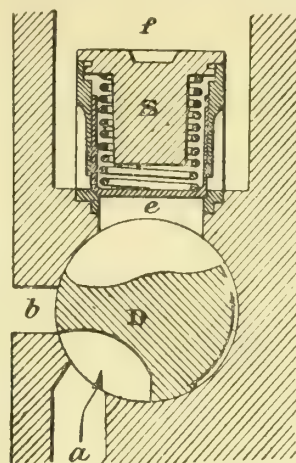
$$K_m = \alpha \mu^5, \quad K_t = \beta \mu^5.$$

Cette nouvelle méthode a la sanction de plusieurs années d'expériences. Elle tend à se généraliser pour les moteurs d'automobiles dont les essais avec les freins ordinaires sont si difficiles. Elle a déjà pu être employée jusqu'ici pour des puissances variant de 1 à 150 chevaux. Il sera probablement facile d'aller beaucoup plus loin.

Distributeur pour compresseur d'air.

Nous avons récemment décrit (1) une machine soufflante à distributeurs commandés. La figure ci-dessous, empruntée à l'*American Machinist*, représente un mécanisme de distribution également commandé, mais qui diffère du précédent par le fait que le refoulement est semi-automatique. Autrement dit, le rôle du distributeur, pendant le refoulement, est simplement de mettre le cylindre en relation avec une soupape de refoulement ordinaire.

Sur la figure, D représente le distributeur, b une lumière communiquant avec le cylindre, a une communication avec l'atmosphère, et f , une soupape ordinaire automatique. Le distributeur D est du type Corliss, c'est-à-dire oscillant. Son mouvement est réglé de telle façon que, peu après le commencement de la course aspirante (c'est-à-dire au moment où l'air comprimé dans l'espace nuisible se trouve ramené à la pression atmosphérique), a se trouve mis en communication avec b .



Pendant l'aspiration, la valve continue à s'ouvrir en tournant dans la direction de la flèche 1, jusqu'au milieu de la course; son mouvement se trouve alors renversé, et elle ferme graduellement l'ouverture en se déplaçant dans la direction de la flèche 2. Lorsque la compression commence, le mouvement continue dans le sens de la flèche 2, et la lumière b se trouve mise en communication avec l'espace e , l'air comprimé en f étant retenu par la soupape

automatique S. La pression du cylindre ayant atteint celle du réservoir, S se soulève. Lorsque le point mort est dépassé, D ferme la lumière b , et l'air comprimé en e sert d'amortisseur pour la fermeture de la soupape S. Le moment de la fermeture de cette soupape est d'ailleurs indifférent, à condition qu'elle s'effectue avant l'aspiration suivante. Le ressort de rappel peut donc être très faible.

La machine à laquelle est appliqué ce dispositif, construite par l'International Steam Pump Co, pour l'Exposition de Saint-Louis, a des cylindres à vapeur de 330 et 608 millimètres et des cylindres à air de 556 et 335 millimètres, la course commune étant de 608 millimètres.

L'industrie sidérurgique en Allemagne.

Une conférence a été faite par M. Schrödter à l'Assemblée générale de l'Union des Métallurgistes allemands, tenue à Düsseldorf, le 24 avril dernier, relativement aux progrès de l'industrie sidérurgique allemande, depuis 1870, comparés à ceux des autres pays industriels : États-Unis, Angleterre, France, Autriche, Russie. Cette comparaison est clairement résumée, pour chaque branche de la sidérurgie, par des graphiques. Nous en donnerons seulement, d'après le *Stahl und Eisen*, les chiffres les plus saillants.

La production de la fonte, qui s'était accrue lentement entre 1840 et 1870, a pris depuis lors un développement assez régulier jusqu'en 1893, passant de 1 400 000 à 5 600 000 tonnes, et s'est vivement relevée depuis ce chiffre jusqu'à 10 millions de tonnes en 1903. De 1870 à 1903, les États-Unis sont passés de 1 600 000 à plus de 18 millions de tonnes, et l'Angleterre seulement de 6 millions à 9 millions; la France a progressé lentement de 1 200 000 à 2 800 000 tonnes.

La production en acier brut se répartit ainsi, de 1879 à 1903 : Allemagne, 450 000 à 8 800 000 tonnes, avec une progression sans cesse croissante, sauf un arrêt brusque en 1900; États-Unis, 1 million à 15 200 000 tonnes en 1902, avec arrêts en 1893, 1896 et 1899; Angleterre, 1 100 000 tonnes à 5 100 000 tonnes, avec crise de 1891 à 1893; France, de 350 000 à 2 millions de tonnes, avec une crise sensible en 1900.

En ce qui concerne spécialement l'Allemagne, la production de fer par tête d'habitant, de 1879 à 1903, s'est accrue de 50 à 175 kilogr., avec arrêt en 1900, et la consommation, beaucoup plus variable, s'est élevée successivement de 35 kilogr. en 1879, à 132 kilogr. en 1900, pour retomber à 77 en 1902 et remonter à 98 en 1903.

Les exportations, en 1880, dépassaient 850 000 tonnes; 1 550 000 tonnes en 1900, et 3 600 000 en 1903. Cette dernière progression, si brusque, doit appeler particulièrement l'attention.

Les exportations de l'Angleterre, au contraire, après avoir fortement oscillé, de 1882 à 1894, entre 4 350 000 et 2 700 000 tonnes, se sont arrêtées en 1903 à 3 550 000 tonnes.

Les États-Unis, dont l'exportation était insignifiante jusqu'en 1895, ont expédié jusqu'à 1 150 000 tonnes en 1900, mais sont retombés rapidement à 325 000 tonnes en 1903.

(1) Voir le *Génie Civil*, t. XLIV, n° 15, p. 239.

SOCIÉTÉS SAVANTES ET INDUSTRIELLES

Académie des Sciences.

Séance du 2 mai 1904.

Botanique. — Une moelle alimentaire de palmier de Madagascar. Note de M. R. GALLERAND, présentée par M. Gaston Bonnier.

La moelle de *Satranabe* consommée par les Sakalaves de l'Ambongo a une valeur alimentaire considérable qui s'explique par la richesse relative de sa farine en substances albuminoïdes (10,50 %). A cet égard, la moelle de *Satranabe* serait supérieure à la pomme de terre, au manioc, à la patate douce et à l'igname. Quant à la fécule, elle est en quantité un peu supérieure à celle de la patate, mais inférieure à celle que contiennent les trois autres tubercules.

Chimie. — I. — Sur l'origine des rayons Blondlot dégagés pendant les réactions chimiques. Note de M. Albert COLSON, présentée par M. H. Becquerel.

Les actions chimiques qui émettent des rayons Blondlot sont toujours accompagnées d'actions physiques (contraction, refroidissement, etc.) qui agissent dans le même sens. Comme certaines réactions vives (précipitation de sels, d'oxydes, etc.) n'émettent aucune radiation N ou N₁, il n'existe pas de proportionnalité entre l'intensité des réactions chimiques et l'émission de ces rayons. Ce manque de proportion rend précisément utile au chimiste l'emploi des rayons Blondlot, en permettant de déceler des réactions secondaires ou délicates, souvent masquées par des réactions vives.

II. — Réduction de la silice par l'hydrogène. Note de M. A. DUFOUR, présentée par M. J. Violle.

La silice est réduite par l'hydrogène à une température supérieure à celle du point de fusion du silicium; il se fait de l'hydrogène silicié et de l'eau; la réaction inverse est possible. Cette réduction explique le phénomène de la devitrification apparente des tubes de silice quand on les travaille au chalumeau. Elle permet de donner aussi une explication satisfaisante des expériences de Boussingault et de Schutzenberger sur la siliciuration, à distance, du platine par la silice dans une atmosphère d'hydrogène.

III. — Sur les alliages zinc-aluminium. Note de M. Hector PÉCHEUX, présentée par M. J. Violle.

L'auteur a essayé d'allier le zinc et l'aluminium dans toutes les proportions, et a réussi à obtenir neuf alliages bien définis répondant aux formules suivantes : Zn³Al, Zn²Al, ZnAl, ZnAl², ZnAl³, ZnAl⁴, ZnAl⁵, ZnAl⁶, ZnAl⁷. Il a pu les couler en lingots cylindriques de 1 centimètre de diamètre et en baguettes de 2^m70 de diamètre.

La fusion de ces alliages présente une particularité intéressante, qu'explique la grande chaleur de fusion du zinc, 28,13 : quand on projette, dans l'aluminium fondu (650 degrés), le zinc solide pris à la température ordinaire, ce dernier fond légèrement au contact de l'aluminium, puis tout l'aluminium se solidifie; il faut alors donner un coup de feu, pour obtenir la fusion des deux métaux, qui se mélangent ensuite intimement. Dans cette note l'auteur décrit également les propriétés physiques, mécaniques et chimiques de ces alliages.

Electrochimie. — Sur la dissolution électrolytique du platine. Nouveau procédé de préparation des platinocyanures. Note de MM. André BROCHET et Joseph PETIT, présentée par M. H. Moissan.

Les acides sont sans action sur le platine. Seule l'eau régale le dissout; encore cette attaque, due à la formation du chlore, est-elle relativement lente si le métal a été fondu ou laminé. Le platine, utilisé comme anode, est inattaquable dans la plupart des cas; l'électrolyse de l'acide chlorhydrique et des chlorures a cependant une action qui est loin d'être nulle. La transformation des chlorates en perchlorates est accompagnée d'un transport de l'anode à la cathode.

A la suite de recherches antérieures (1), les auteurs ont été amenés à étudier la dissolution du platine dans les cyanures, qui est de beaucoup plus importante que celle qui vient d'être indiquée. Il résulte de ces nouvelles expériences que le platine se comporte comme le fer et le cobalt vis-à-vis du courant alternatif et se dissout avec la plus grande facilité

dans les cyanures. Ce point est d'autant plus intéressant que ce métal offre une résistance toute spéciale aux agents chimiques et que rien ne pouvait faire supposer un pareil résultat.

Mécanique appliquée. — I. — Le pont Adolphe à Luxembourg (1899-1903). Note de M. SÉJOURNÉ, présentée par M. Alfred Picard.

Cette note signale les particularités du système employé pour la construction de ce pont, dont le *Génie Civil* a donné une description détaillée (1).

II. — Sur un nouvel appareil destiné à la mesure de la puissance des moteurs. Note de M. Ch. RENARD, présentée par M. Maurice Lévy.

Nous publions dans ce même numéro, cette note in extenso (page 28).

Météorologie. — Sur le rôle de la force centrifuge composée dans la détermination du sens de rotation des cyclones et tourbillons. Note de M. B. BRUNHES, présentée par M. Mascart (2).

Dans tout mouvement tourbillonnaire à l'état de régime permanent on peut dire, à la condition de négliger les frottements, qu'il y a, en chaque point, équilibre entre la dérivée de la pression ou gradient, d'une part, et, d'autre part, les forces fictives provenant du mouvement du fluide : force centrifuge proprement dite et force centrifuge composée due à la rotation terrestre. En exprimant ces conditions analytiquement, l'auteur en déduit les conclusions suivantes :

1° Le rapport qui détermine la probabilité pour qu'un cyclone de l'hémisphère nord soit *sinistrorsum*, ne contient, outre la latitude, qu'une seule variable : la durée de rotation du tourbillon;

2° Toutes les fois que l'ordre de grandeur de la durée de rotation d'un tourbillon aérien atteint ou dépasse 5 à 10 secondes, il y a, pour les tourbillons de ce type, prédominance de la rotation *sinistrorsum* dans l'hémisphère nord. Pour des durées de rotation très petites, notablement au-dessous d'une seconde, le sens de rotation devient indifférent.

Tout ce qui précède est applicable aux tourbillons d'eaux courantes.

Minéralogie. — Sur la présence de l'étain dans le département de la Lozère. Note de M. Marcel GUÉDRAS.

L'auteur signale la découverte qu'il a faite, dans ces temps derniers, d'un gisement d'étain, situé à proximité d'un important gîte de barytine qu'il exploite à Barjac (Lozère).

Le filon est orienté sud-est-nord-ouest. La gangue est formée par du quartz et de la barytine. La puissance aux affleurements est de 2^m30 dont 0^m40 pour BaSO₄. La roche encaissante est formée par des micaschistes. Entre la baryte et le quartz se trouve un petit filon de 1^m à 2^m de cassitérite, mélangée avec de la pyrolusite et du wolfram. A proximité de ce gîte d'étain l'auteur a trouvé un wolfram qui, à l'analyse, donne 65 % TuO₃ avec traces d'or.

Pathologie expérimentale. — Les sérums antivenimeux. Mesure de leur activité, par M. A. CALMETTE.

L'emploi des sérums antivenimeux pour le traitement des morsures de serpents s'est généralisé depuis quelques années dans presque tous les pays où les reptiles venimeux occasionnent fréquemment des accidents mortels chez l'homme et chez les animaux domestiques. Les observations d'un grand nombre de médecins démontrent que, même lorsqu'il s'agit des morsures les plus dangereuses, l'efficacité du sérum est constante toutes les fois que l'intervention peut avoir lieu avant que les symptômes d'asphyxie bulbaire aient commencé à se manifester.

Si l'on veut mettre à la disposition des colons, des troupes coloniales et des explorateurs, un sérum capable d'empêcher les accidents mortels consécutifs aux morsures des reptiles venimeux, quelle que soit l'espèce à laquelle appartient le serpent mordu, il faut pouvoir supprimer toute cause d'insuccès dans la sérothérapie antivenimeuse sans être obligé, pour contrôler l'activité d'un sérum, d'avoir recours à l'inoculation aux animaux.

Ce contrôle peut être réalisé aisément par des expériences *in vitro* suivant une technique adoptée à l'Institut Pasteur de Lille et que l'auteur expose dans ses principes.

Physique. — Action du magnétisme terrestre sur une tige d'acier invar destinée à un pendule géodésique. Note de M. G. LIPPMANN.

L'acier au nickel dit *invar* possède la propriété découverte par Ch.-E. Guillaume de se dilater par l'action de la chaleur presque vingt fois moins que le laiton. On a donc pensé à employer l'invar pour la construction du pendule géodésique. Mais comme d'autre part tout acier est magnétique, le magnétisme terrestre doit exercer une action directrice sur une tige d'acier, action dont il est difficile de tenir compte, et qui viendrait s'ajouter à l'effet de la pesanteur que l'on veut mesurer.

M. Lippmann a recherché si l'action du magnétisme terrestre est négligeable devant celle de la pesanteur. Pour cela il a étudié une tige d'invar de 1 mètre sur 8 millimètres de diamètre et de densité 8. A Paris son couple directeur dans le plan vertical avait pour valeur

$$MV = 1050 \times 0,39 = 420 \text{ unités C.G.S.}$$

L'erreur commise en négligeant l'effet du magnétisme terrestre devant celui de la pesanteur, dans le cas où on suppose la masse de la lentille du pendule à seconde voisine de 2 kilogr., est de 2 μ, soit une erreur relative d'environ $\frac{1}{500000}$; elle est négligeable, car rien qu'une incertitude de 1 degré sur la température d'un pendule en laiton implique une incertitude de 18 μ, et l'on ne peut répondre du degré. Il y a donc avantage à substituer l'invar au laiton.

Même en tenant compte de ce que le moment magnétique de la tige d'invar change quelque peu d'un jour à l'autre, et que la composante verticale du magnétisme terrestre varie avec la latitude, M. Lippmann pense qu'il serait avantageux de substituer le métal invar au laiton, tant pour le pendule à un couteau que pour le pendule à réversion.

A. B.

BIBLIOGRAPHIE

Revue des principales publications techniques.

CHEMINS DE FER

Wagons-tombereaux de 50 tonnes de la Compagnie du Midi. — Les Compagnies de chemins de fer européennes ont tendance, à l'exemple des États-Unis, à augmenter la capacité de leur matériel de transport, ce qui réduit les frais d'exploitation et permet une meilleure utilisation des voies ferrées. Le *Génie Civil* a déjà décrit un type de wagons-tombereaux de 50 tonnes construits pour les mines de Carmaux (1). Les usines métallurgiques qui se sont créées récemment sur le réseau du Midi, ont incité cette Compagnie à en faire construire d'autres, destinés surtout au transport des minerais, et pour lesquels le rapport de la tare au poids du chargement n'est que de 30 %, alors que, pour les wagons de type courant, il est en moyenne, de 45 à 50 %. Il est à remarquer, d'autre part, qu'à égalité de tonnage utile, un train constitué par des wagons de grande capacité a un poids et une longueur plus faibles qu'un train formé de petits véhicules; par conséquent, l'effort de traction que doit produire la locomotive est moins élevé dans le premier que dans le second cas.

La description des nouveaux wagons de la Compagnie du Midi a été donnée dans le numéro d'avril de la *Revue générale des Chemins de fer*. Ces wagons reposent sur deux bogies à deux essieux de 1^m65 d'empattement. Leur caisse est en tôle d'acier emboutie d'après les procédés Fox; elle comporte une guérite pour garde-frein. La longueur totale est de 11^m93 et la largeur 2^m85. Le poids à vide, qui est de 15 tonnes, pourra vraisemblablement être encore réduit dans l'avenir, en raison de la résistance très grande et, semble-t-il, exagérée qu'on a donnée au châssis et à la caisse. Chaque véhicule est équipé d'un frein à main agissant, par seize sabots, sur les huit roues.

ÉLECTRICITÉ

Les redresseurs de courant. — L'*Electrical Review*, du 27 février, reproduit une communication de M. Ch. F. BURGESS à la Northwestern Electrical Association, et où l'auteur examine les principaux

(1) Voir le *Génie Civil*, t. XL, n° 42, p. 185.(2) Voir le *Génie Civil*, t. XLIV, n° 25, p. 402 (*Comptes rendus de l'Académie des Sciences*.)(4) Voir le *Génie Civil*, t. XLIII, n° 20, p. 314.(1) Voir le *Génie Civil*, t. XLIV, n° 16, p. 258, et n° 47, p. 274. (*Comptes rendus de l'Académie des Sciences*.)

appareils destinés à transformer par redressement les courants alternatifs en courant continu.

Laissant de côté les convertisseurs rotatifs, il considère trois types de redresseurs : mécaniques, à gaz, électrolytiques.

Les redresseurs mécaniques, constitués par un commutateur synchrone, ne sont pas entrés dans la pratique, en raison de la difficulté d'éviter les étincelles. Ils n'ont été construits industriellement que pour de faibles puissances.

Certains corps, dits conducteurs « asymétriques », ont une faible résistance lorsque le courant les traverse dans un sens, et une résistance très élevée lorsqu'il les parcourt en sens inverse. Les redresseurs à gaz et électrolytiques utilisent cette propriété. C'est ainsi que M. Cooper Hewitt a montré la possibilité de construire, avec l'arc au mercure, des redresseurs ayant un rendement de 98 %. Cet appareil, encore dans la période d'étude, paraît avoir devant lui un grand avenir.

Les redresseurs électrolytiques sont connus depuis très longtemps ; leur rendement dépend de la vitesse avec laquelle ils agissent, de leur conductibilité dans un sens et de leur résistance dans l'autre sens. L'auteur a mesuré la durée de fermeture d'un clapet électrique formé d'une plaque d'aluminium plongée dans une solution de nitrate de soude, et l'a trouvée égale à 0" 11.

Dans l'état actuel, ces redresseurs ont un rendement de 50 à 60 % ; ils sont avantageux pour les faibles puissances, leur prix étant bas et leur surveillance presque nulle ; leur rendement est pratiquement indépendant de la dimension.

L'auteur mentionne en dernier les redresseurs à électrolyte fondu (aluminium dans le nitrate de soude fondu), qui ont l'avantage d'une puissance spécifique plus grande et d'un rendement plus élevé. L'énergie dépensée dans l'appareil suffit pour maintenir l'électrolyte en fusion. La fusion primitive est obtenue par le passage, pendant quelques minutes, d'un fort courant dans la seconde électrode, qui est en fer. L'appareil ne nécessite pas de refroidissement artificiel. Le remplacement des électrodes et du sel coûte environ 1 centime et demi par kilowatt-heure.

HYDRAULIQUE

Les puits et les forages au Sahara. — Dans un article publié par la *Revue du Génie* (mars 1904), le capitaine R. NORMAND donne d'instructifs renseignements sur la création des puits nombreux qu'a nécessités l'occupation récente de la région de la Zousfana, dans l'Extrême-Sud Algérien.

Ce travail a été exécuté par main-d'œuvre militaire, sous la direction du service du Génie, et dans des conditions particulières d'insécurité qui forçaient les travailleurs à manier aussi souvent le fusil que l'outil.

L'altitude, voisine de 700 à 800 mètres, n'autorisait pas l'espoir de puits artésiens. On n'employait les forages que pour s'assurer de la présence de l'eau, lorsque des puits indigènes ne permettaient pas de jalonner exactement la nappe souterraine. L'examen de la végétation à la surface du sol est aussi un indice, surtout si l'on y trouve des lauriers roses ou des palmiers qui attestent sûrement la présence de l'eau à moins de 5 mètres de profondeur. Les puits sont creusés à 2" 30 de diamètre, de manière à laisser 1" 30 de vide après revêtement en maçonnerie. Le déblai est d'abord poussé à 3 mètres à la pelle, puis on remonte les déblais dans des couffins d'alfa. En certains points on plaçait un coulage en zinc, contre les infiltrations.

On met en eau, d'environ 1" 50, en épuisant avec des seaux et une poulie, ou, dans le cas des grandes profondeurs, au moyen d'une tinette de 50 litres hissée à la corde.

Le puits doit, à l'extérieur, être recouvert d'une construction maçonnée, le protégeant contre l'ensablement, avec une porte de faibles dimensions, tournée à l'opposé des vents régnants. A proximité, on place toujours un abreuvoir pour un détachement un peu nombreux. Il est bon, autant que possible, d'avoir des puits spéciaux pour les indigènes dont l'insouciance et la saleté sont d'inévitables causes de souillure. En aucun cas, il ne faut leur abandonner l'usage de nos engins européens de puisage qui seraient vite hors de service. Tous les puits créés pour les besoins des troupes possèdent deux modes de puisage, dont l'un est toujours une poulie métallique fixée à une traverse en fer à T. Des norias assez rustiques ont donné de bons résultats. On peut également installer un treuil remontant une benne

de 50 litres avec chaîne métallique. Enfin, pour les puits peu profonds, on a établi des pompes aspirantes. Dans tous les cas, il convient que les appareils soient rustiques et puissent être réparés sur place. A Djerran-ed-Bar, on a installé une éolienne ; le vent est, en effet, fréquent dans la région ; mais, outre la dépense assez élevée que comporte ce procédé, on ne saurait l'appliquer hors des enceintes occupées par une petite troupe, et les réparations en seront sans doute difficiles.

Le capitaine Normand passe en revue les différents procédés de puisage employés par les indigènes (*kaltara*, *guerba*) et décrit leurs modes de captage par drainage et galeries (*foggara*).

« L'Arabe, dit-il en manière de conclusion, indifférent à tout ce qui se passe autour de lui, est très entendu dans la question de l'eau, et il y a toujours avantage à recueillir ses conseils. »

HYGIÈNE

La fièvre typhoïde et le service des eaux de Pittsburg (États-Unis). — L'*Engineering News*, du 25 février, publie une étude relative à l'état sanitaire de Pittsburg et de ses environs, en ce qui concerne l'alimentation en eau potable. Cette étude a été suggérée par l'apparition récente d'une épidémie de fièvre typhoïde à Butler (1). Cette épidémie ayant attiré l'attention publique assez longtemps, on s'est proposé, en publiant cette étude, de faire remarquer que la fièvre typhoïde existe à l'état endémique dans toute la partie orientale de la Pennsylvanie, et notamment dans les grandes villes. Le public n'y prend point garde ; il est habitué à cet état de choses cependant anormal, et qui est dû à la façon défectueuse dont est faite l'alimentation en eau dans toute la région infectée.

Cela résulte des tableaux statistiques, de l'analyse bactériologique des eaux qui sont distribuées aux différentes régions, et de la corrélation qu'on peut établir entre les régions infectées, la nature des eaux et les systèmes de captage adoptés.

Les tableaux statistiques et certains des diagrammes qui accompagnent cet article remontent à 1873 ; ils ont été d'un grand secours pour cette étude, grâce aux soins et à la sincérité avec lesquels ils ont été dressés par les différentes municipalités.

MÉCANIQUE

Installation de moulins pour les sels de potasse, en Allemagne. — L'industrie des sels potassiques du bassin de Stassfurt est particulière à cette région, et les moulins destinés au traitement de ces sels constituent des installations assez spéciales. La *Zeitschrift des Vereines deutscher Ingenieure*, du 5 mars, décrit en détail un de ces moulins construit récemment à Berka, pour la Société Alexandershall. Cette usine est actionnée par turbines à vapeur.

Le sel est amené de la mine dans des turbines en fer, qui sont vidées par des basculeurs sur des grilles à secousses ; les blocs sont rejetés à des concasseurs, puis à des moulins broyeurs, et enfin à des moulins à cylindres qui fournissent une matière fine. Ces cylindres sont capables de résister aux menus débris de fer qui sont souvent mélangés au sel. Celui-ci est envoyé, soit aux silos, soit au chargement, en sacs ou en vrac. Depuis l'instant où il tombe de la berline jusqu'à celui où il est chargé dans un wagon pour l'expédition, le sel est transporté et travaillé par des appareils entièrement mécaniques et automatiques.

MINES

Les installations électriques de la Compagnie des mines d'anthracite de La Mure. — Dès 1895, la Compagnie des mines de La Mure était conduite à étudier une distribution d'énergie électrique qui pût lui permettre : 1° de remplacer par des moteurs électriques un certain nombre de générateurs et de moteurs à vapeur disséminés sur les divers points de son exploitation et devenus insuffisants ; 2° de réaliser, dans les travaux souterrains dépourvus de grisou, toutes les applications pour lesquelles l'électricité fournit une solution simple (treuils, ventilateurs, traction et perforation mécaniques) ; 3° de fournir l'énergie aux nouveaux ateliers en cours d'exécution ; 4° de subvenir enfin à l'éclairage de ses diverses places et ateliers.

La Compagnie, écoulant très facilement ses sous-produits (déchets d'anthracite), et la région étant

sillonée de cours d'eau, on songea à la houille blanche pour la production de l'électricité. M. de Renévill, administrateur des mines de La Mure, fit l'acquisition, sur le cours d'eau du Drac, d'un ensemble de droits de riveraineté permettant de réaliser une puissance considérable, et la Société Franco-Suisse pour l'industrie électrique entreprit de mettre en valeur cette chute d'eau par l'intermédiaire de la Société Force et Lumière, qui construisit une première usine hydraulique d'une puissance de 10 000 chevaux à Avignonnet. Cette usine, qui a été décrite dans le *Génie Civil* (1), fournit en partie l'énergie électrique aux mines de La Mure, la Société hydro-électrique de Vizille fournissant le reste ; la marche des principaux moteurs est ainsi assurée par deux sources d'énergie.

Les deux Sociétés ont adopté le courant triphasé à 50 périodes, sous des tensions de 10 000 et 15 000 volts pour amener l'énergie électrique à destination ; celle-ci est utilisée également sous forme de courant triphasé à 50 périodes, mais sous des tensions secondaires uniformes et convenablement appropriées aux travaux de la mine. Pour les moteurs destinés à actionner les ateliers de préparation mécanique, d'agglomération et, en un mot, tous les appareils de l'extérieur, la tension de 500 volts fut choisie comme répondant le mieux aux conditions de rendement et d'isolement, toujours très délicates pour des canalisations et des moteurs installés dans des ateliers remplis de poussières de charbon.

Les moteurs destinés à la mine, complètement dépourvus de grisou, furent également, sur les garanties de MM. Schneider et C^{ie}, alimentés par du courant triphasé, mais à une tension de 185 volts seulement.

M. de CHARENTENAY, Ingénieur aux mines de La Mure, qui publie, sur ces installations, une intéressante étude dans le *Bulletin trimestriel de la Société de l'Industrie minière* (1^{re} livraison de 1904), y décrit la distribution extérieure avec ses canalisations et son appareillage, la distribution intérieure avec les canalisations primaires, les transformateurs, les canalisations secondaires et l'appareillage, les treuils de mines et la traction électrique.

En présence des résultats satisfaisants déjà obtenus avec l'installation électrique actuelle, les mines de La Mure ont décidé, dernièrement, d'installer dans leurs travaux de La Motte, deux nouveaux treuils à moteur triphasé sous 185 volts.

PHYSIQUE INDUSTRIELLE

Le gaz à l'air carburé. — Les *Annalen für Gewerbe und Bauwesen*, du 15 mars, reproduisent une conférence de M. THIEM à l'Association allemande des Ingénieurs mécaniciens, sur le gaz à l'air, ou air carburé, dont l'emploi se répand en Allemagne.

Ce gaz peut être obtenu au moyen d'éther, de benzol, d'alcool, et d'huiles de naphte légères, qui sont des carburants énergiques. L'auteur passe en revue tous ces liquides, et discute la facilité de leur emploi à diverses températures, ainsi que leur valeur au point de vue du pouvoir calorifique et éclairant. D'après lui, un gaz constitué par l'air carburé avec du benzol, donnant 5 000 calories, pourrait revenir à 8 pfennigs le mètre cube et concurrencer le gaz de houille, l'alcool et l'acétylène, dans nombre de cas.

Il indique les principales particularités de la fabrication du gaz carburé : pour en maintenir la composition à peu près constante, on a employé des disques de kieselguhr baignant en partie dans le carburant (généralement du benzol), et tournant d'un mouvement régulier qui met le courant d'air en contact avec des surfaces constamment renouvelées.

Ces appareils demandent une température naturelle ou entretenue artificiellement, d'au moins 10 degrés, et les parties les plus denses du liquide finissent par se concentrer dans le récipient, en arrêtant peu le fonctionnement de l'air carburé.

Le débit demande à être réglé suivant la température et le nombre de becs allumés ; de bons régulateurs consistent en des compteurs qui, pour un volume donné d'air traversant le carburateur, sous l'action d'un ventilateur, introduisent une quantité proportionnelle de carburant. Il est avantageux d'opérer la carburation de l'air quand celui-ci est à faible pression et à une température relativement haute ; cette dernière condition est réalisée, dans certains appareils, en introduisant de l'eau qui fournit les calories nécessaires.

Certains gazogènes sont pourvus d'une petite

(1) Voir le *Génie Civil*, t. XLIV, n° 13, p. 214.

(1) Voir le *Génie Civil*, t. XLIV, n° 2, p. 17.

cloche de gazomètre qui, suivant qu'elle monte ou descend sous l'influence de la consommation variable, embraie ou débraie le ventilateur et proportionne automatiquement la production aux besoins du réseau. L'air est soumis à une pression d'environ 100 millimètres.

Le gaz ainsi produit, qui s'emploie comme du gaz d'éclairage, est plus lourd que l'air pur, auquel il se mélange difficilement; son odeur n'est pas désagréable et suffit à déceler les fuites; les produits de la combustion sont inodores.

RÉSISTANCE DES MATÉRIAUX

Essais de tôles d'une chaudière ayant fonctionné pendant plus de trente-cinq ans. — M. WALTER-MEUNIER, Ingénieur en chef de l'Association alsacienne, publie, dans le *Compte rendu* des séances du dernier *Congrès des Ingénieurs en chef des Associations de propriétaires d'appareils à vapeur*, le résultat d'essais faits sur les tôles d'une chaudière construite en 1859.

Les épreuves consistaient en essais de traction et de pliage sur 812 éprouvettes découpées dans les différentes parties de la chaudière. Chacune des éprouvettes essayées fut également examinée au point de vue de la nature des cassures ou autres observations intéressantes.

M. Walter-Meunier résume l'ensemble des observations faites, dans des tableaux dont l'examen montre en particulier :

1° Qu'en général le métal dont était fait la chaudière manquait d'homogénéité; 2° que les essais de traction, dans plusieurs cas, donnaient une résistance conforme à celle exigée par les cahiers des charges actuels, mais qui lui restait, en général, inférieure; 3° que les allongements n'atteignaient jamais la limite inférieure de 25 % admise actuellement et qu'un très grand nombre d'éprouvettes donnaient des allongements nuls. C'est principalement dans cette absence de toute élasticité que réside, d'après l'auteur, le danger de ces tôles ayant fait un long usage. Une avarie qui, dans une tôle homogène et élastique, se bornerait à une déformation, occasionne une rupture et une déchirure pouvant entraîner l'explosion.

Le manque d'homogénéité s'est encore révélé dans les tôles de cette chaudière par les épreuves de pliage, les éprouvettes s'étant presque toutes cassées sous des angles plus ou moins obtus.

En résumé, les résultats de toutes ces expériences confirment M. Walter-Meunier dans l'opinion qu'il avait déjà émise à ce sujet : c'est qu'il est recommandable de supprimer les chaudières ayant fonctionné pendant plus de trente-cinq ans, et qu'il y a lieu d'engager les propriétaires d'appareils à vapeur à prendre en considération le remplacement des générateurs qui se trouvent dans ces conditions.

Détermination optique de la position des fibres neutres dans les matériaux de construction. — M. HÖNIGSBERG publie, dans la *Zeitschrift des Oesterreichischen Ingenieur-Vereines*, du 11 mars, un mémoire sur la répartition des efforts dans les matériaux solides. Après avoir rappelé les propriétés de l'ellipsoïde d'élasticité, et les déterminations graphiques de Culmann établissant, dans les pièces encastrées, deux réseaux superficiels de courbes de tension et de compression, se coupant à angles droits, il note la concordance de ces études avec les observations qu'on peut faire directement sur des os de forme analogue à ces pièces, au moyen de rayons X. Des photographies permettent de vérifier ce fait. Il n'est pas douteux que ces déformations accusées par des traces superficielles si visibles correspondent, dans l'intérieur du corps expérimenté, à des courbes et à des surfaces de pression plus ou moins compliquées.

On peut rapprocher de ces faits l'apparition de stries et de figures sur les métaux polis, quand on les soumet à des efforts qui dépassent la limite d'élasticité. Ces figures se composent de deux systèmes symétriques l'un par rapport à l'autre, et indiquent les régions où la déformation permanente s'est produite tout d'abord. Le lieutenant-colonel Hartmann s'est attaché à l'étude de cette question.

M. Mesnager, Ingénieur des Ponts et Chaussées, utilise, au contraire, comme instrument de recherches, la biréfringence du verre pour déterminer les efforts intérieurs subis par la pièce. Sa méthode, déjà signalée par le *Génie Civil* (1), a été appliquée par M. Hönigsberg à la recherche de la position des fibres neutres, notamment dans les pièces courbes

(anneaux, crochets, etc.). Les photographies des figures obtenues dans le verre, avec la lumière polarisée, donnent une idée nette des résultats que fournit, dès à présent, la méthode optique pour l'étude de la résistance des matériaux.

TRAVAUX PUBLICS

Le phare du cap Beachy (Angleterre). — L'ancien phare construit en 1834 au cap Beachy, près d'Eastbourne (Angleterre), et qui menaçait d'être atteint par les érosions du rivage, a été récemment remplacé par un nouvel édifice dont M. FRAHM donne une description sommaire dans le *Zentralblatt der Bauverwaltung*, du 19 mars. Le phare neuf est construit, jusqu'à une hauteur de 14^m 50, en un bloc de maçonnerie de granit, qui contient seulement les réservoirs d'eau, et au-dessus duquel s'élèvent huit étages. Le diamètre, à la base de la tour, est de 14^m 70, et la hauteur totale du gros œuvre, en maçonnerie, de 38 mètres. Le point lumineux se trouve à 31 mètres au-dessus des hautes eaux.

Le granit de Cornouailles, employé ici comme dans la construction de plusieurs autres phares et aussi du Pont de la Tour, à Londres (2), a été entièrement taillé et essayé à la carrière; la plupart des pierres s'emboîtent mutuellement en queue d'aronde, et sont maçonnées avec du ciment. Il en a été employé 1 400 mètres cubes, pesant 3 700 tonnes.

L'approvisionnement des matériaux s'est fait à partir d'une falaise éloignée de 180 mètres du phare, à l'aide d'un transporteur aérien à quatre câbles.

Cet appareil, capable de transporter des blocs de granit de 4 tonnes, se composait de deux câbles porteurs et deux câbles tracteurs, ancrés, d'une part, sur un échafaudage (chantier de la falaise) et, d'autre part, sur la plate-forme de déchargement voisine du phare. On faisait remonter par les matériaux lourds des objets ou du lest servant de contrepoids, pour réduire les efforts de freinage; les matériaux légers étaient descendus par les deux câbles fonctionnant séparément. Une machine à vapeur et des grues étaient installées sur la plate-forme du chantier pour faciliter la construction et la mise en place des assises.

L'appareil optique est enfermé dans une lanterne de 4^m 30 de diamètre et 8 mètres de hauteur, vitrée sur 3 mètres. Il comporte trois groupes de deux lentilles, et donne des séries de deux éclats durant 0,53 seconde chacun, espacés de 2,8 secondes, avec intervalles de 20 secondes. Ce phare, éclairé à l'huile, a une portée de 25 kilom. par temps clair.

Ouvrages récemment parus.

Brasserie et Malterie, par P. PETIT, professeur à l'Université de Nancy, Directeur de l'École de Brasserie. — Un volume grand in-8 de 359 pages, avec 89 figures. — Gauthiers-Villars, éditeur, Paris, 1903. — Prix : cartonné, 12 francs.

Après avoir donné diverses notions générales sur les composants chimiques, sur les agents de transformation, ou sur les ferments, M. Petit étudie l'eau, au point de vue de ses multiples utilisations, en brasserie et malterie, pour les machines comme pour la fabrication (épuración et correction des eaux), puis les matières premières les plus importantes, orge, maïs, riz, sucres, houblon, en mentionnant les bases de l'appréciation de ces substances au point de vue pratique et leur influence sur la qualité ou la conservation de la bière.

Le chapitre *Maltage de l'orge* est consacré à l'étude des opérations de la malterie, trempage, germination, touraillage, appréciation du malt et contrôle de fabrication et comprend des tableaux ou des courbes provenant de la pratique industrielle.

Les chapitres suivants : *Brassage, Cuisson et houblonnage, Oxygénation et refroidissement du moût*, comprennent, à côté du matériel, l'étude des transformations produites et la condition pratique de cette étude. Le chapitre *Fermentation* comporte deux grandes divisions, la fermentation basse et la fermentation haute classe.

Les derniers chapitres étudient la clarification par collage et par filtration, le soutirage et la pasteurisation, les altérations de la bière, les moyens de les supprimer, et le contrôle de fabrication.

Le volume se termine comme annexe par une Note sur l'École de Brasserie de Nancy.

Les entreprises de distribution d'énergie électrique (Législation et jurisprudence), par Raymond SÉE, docteur en droit, sous-directeur de la Compagnie d'Électricité Ouest-Lumière. — Un volume in-8° de 196 pages. — Rousseau, éditeur, Paris, 1903. — Prix : 5 francs.

Les entreprises de distribution d'énergie électrique, nées du développement des applications industrielles de l'électricité, se débattent dans les difficultés que leur opposent une législation encore à peine entreprise et une jurisprudence hésitante, souvent contradictoire.

L'auteur s'est appliqué à combler la lacune créée par l'absence de traités ou de cours professés dans les Écoles sur cette matière, et il étudie successivement : la constitution de l'entreprise; la passation de contrats avec les pouvoirs publics; l'établissement des installations nécessaires au fonctionnement de l'entreprise; l'exploitation proprement dite.

Dans la première partie, il examine pourquoi la forme de société anonyme est généralement adoptée. La seconde partie traite des concessions, de l'évolution des bases adoptées pour celles-ci et de leurs caractères : monopoles, régies directes, administrations compétentes pour telle ou telle concession, formalités à remplir, expiration du contrat (résiliation, déchéance) transfert des concessions.

Dans la troisième partie (établissement des ouvrages), M. Sée indique en passant l'importante question de la législation des eaux (1) et aborde les canalisations (contrôle, autorisations d'installer, droits d'octroi). En ce qui concerne l'exploitation, il étudie les dispositions légales relatives à la concurrence, les impôts, les abonnés et les ouvriers. Il termine par l'examen des projets de réforme de la législation.

L'Électricité agricole, par E. GUARINI. — Un volume in-16 de 162 pages, avec figures. — Fischbacher, éditeur, Paris, 1904. — Prix : 5 francs.

L'auteur passe en revue les applications déjà faites de l'électricité en agriculture : production de l'énergie électrique dans les fermes, électrification des graines et électroculture, labourage électrique (2), destruction des insectes, moteurs actionnant des machines agricoles, machine à abattre les arbres, téléphonie, applications de l'électricité au vin, à l'alcool, aux huiles, à la tourbe, appareils divers, tels que tondeuses, couveuses électriques, etc.

Lehrbuch der Baumaterialienkunde (Manuel de technologie des matériaux de construction), par Max FOERSTER, professeur à l'École supérieure technique de Dresde. 1^{er} fascicule : *Les roches naturelles*. — Une brochure grand in-8° de 120 pages, avec une planche. — Engelmann, éditeur, Leipzig, 1903. — Prix : 4 marks.

L'ouvrage de M. Foerster doit constituer un traité technologique dont les divisions principales seront les suivantes : roches naturelles; roches artificielles; bois; matériaux de liaison; métaux; matériaux pour les aménagements intérieurs. Deux fascicules paraîtront chaque année.

Dans le fascicule consacré aux roches naturelles, l'auteur établit d'abord la classification de celles qui sont employées dans la construction : roches compactes (granit, syénite, porphyre, diorite, diabase, andésite, basalte, lave, etc.); roches cristallines (gneiss, schiste micacé, serpentine, etc.); roches sédimentaires (calcaire, marbre, dolomite, gypse); enfin argiles, conglomérats, kaolin, terre végétale.

Il étudie ensuite l'exploitation et le travail de ces matériaux de construction, les essais et les épreuves qu'on leur fait subir et enfin les conditions d'emploi qui conviennent à chaque sorte de pierres.

Un index bibliographique termine cette partie de l'ouvrage.

(1) Voir le *Génie Civil*, t. XLIII, n° 14, p. 218, et t. XLIV, n° 15, p. 244.

(2) Voir le *Génie Civil*, t. XLIII, n° 17, p. 257.

Le Gérant : H. AVOIRON.

(1) Voir le *Génie Civil*, t. XLI, n° 3, p. 48.

(1) Voir le *Génie Civil*, t. XXXI, n° 48, p. 273.

LE GÉNIE CIVIL

REVUE GÉNÉRALE HEBDOMADAIRE DES INDUSTRIES FRANÇAISES ET ÉTRANGÈRES

Prix de l'abonnement par an. — Paris : 36 francs; — Départements : 38 francs; — Étranger et Colonies : 45 francs. — Le numéro : 1 franc.

Administration et Rédaction : 6, rue de la Chaussée-d'Antin, Paris.

SOMMAIRE. — **Mécanique** : Laboratoire d'essais du Conservatoire des Arts et Métiers. Section des machines, p. 33; A. BOYER-GUILLON. — **Physique industrielle** : Production et applications du froid artificiel, p. 37; F. COTTAREL. — **Électricité** : Usine hydro-électrique de Kykkelsrud (Norvège) (planche III), p. 39. — **Agriculture** : Étude géométrique des versoirs à surface réglée, p. 41; J. DUSFOUR. — **Variétés** : Poinçonneuse hydropne-

matique portable, p. 44; — La chaudière marine Miyabara, p. 45; — Essai des inducteurs et des induits à l'aide de transformateurs, p. 45.

SOCIÉTÉS SAVANTES ET INDUSTRIELLES : Société des Ingénieurs civils (6 mai 1904), p. 46; — Académie des Sciences (9 mai 1904), p. 46.

BIBLIOGRAPHIE : Revue des principales publications techniques, p. 47; — Ouvrages récemment parus, p. 48.

Planche III : Usine hydro-électrique de Kykkelsrud (Norvège).

MÉCANIQUE

LABORATOIRE D'ESSAIS
du Conservatoire des Arts et Métiers.
Section des machines.

Le *Génie Civil* a déjà donné une description générale du Laboratoire

Arts et Métiers, créé par un décret du 19 mai 1900, se divise en cinq sections :

La section I, qui a pour objet les essais physiques;

La section II, qui a pour objet les essais des métaux;

La section III, qui a pour objet les essais des matériaux de construction;

La section IV, qui a pour objet les essais de machines;

La section V, qui a pour objet principal les recherches et essais sur les matières premières végétales nouvelles ou insuffisamment connues.

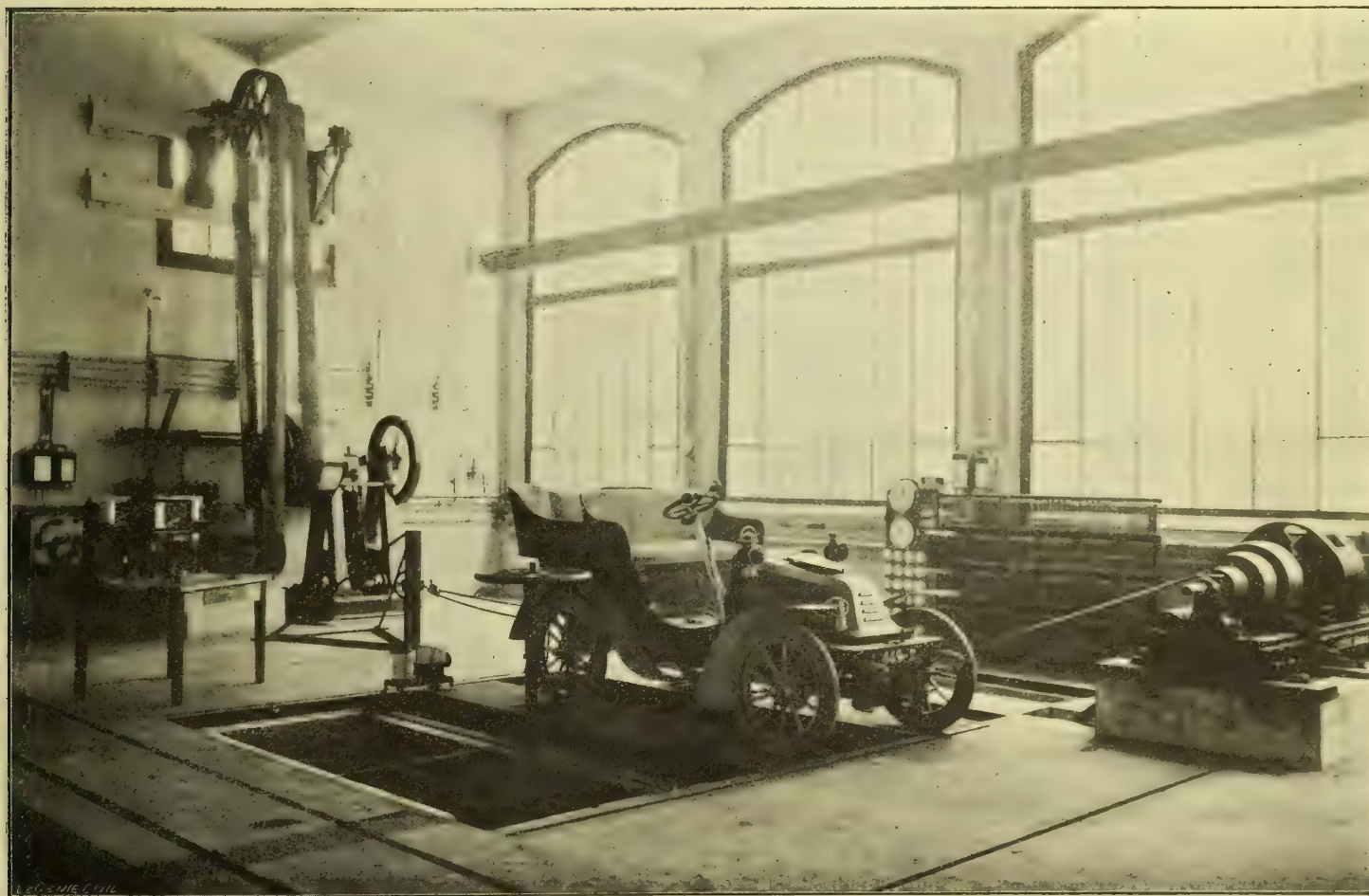


FIG. 1. — LABORATOIRE D'ESSAIS DU CONSERVATOIRE DES ARTS ET MÉTIERS : Vue générale de l'appareil à mesurer la puissance développée à la jante d'une voiture automobile (disposition d'un essai).

d'essais récemment installé au Conservatoire des Arts et Métiers⁽¹⁾, puis une description détaillée de la section des métaux⁽²⁾. Nous nous proposons aujourd'hui de décrire la section des machines, en passant rapidement en revue ses différents services et son outillage, et en nous arrêtant plus longuement sur certains appareils nouveaux ou particulièrement intéressants.

Rappelons d'abord que le Laboratoire d'essais du Conservatoire des

Les services de la section des machines peuvent se diviser en trois groupes, occupant des locaux séparés, qui s'étendent sur une surface de 1 000 mètres carrés environ :

Le premier groupe, dans lequel se font les essais de machines et appareils à vapeur, et qui est complètement distinct et séparé des autres locaux;

Le deuxième groupe est plus spécialement affecté aux essais des machines hydrauliques, pompes et compteurs;

Enfin le troisième groupe, qui occupe la moitié de la grande salle du nouveau local et dans lequel se font tous les essais des machines

(1) Voir le *Génie Civil*, t. XLIII, n° 44, p. 161.

(2) Voir le *Génie Civil*, t. XLIII, n° 49, p. 289; n° 20, p. 305, et n° 21, p. 321.

thermiques et autres machines dont les essais ne sont pas prévus dans les groupes précédents.

Il est certain que l'installation de la section des machines est bien modeste à côté de celles de certains laboratoires étrangers que nous avons eu la bonne fortune de visiter; mais le but poursuivi par ces derniers est un peu différent de celui qu'on a visé au Conservatoire des Arts et Métiers. Ils sont aménagés plutôt en vue de l'instruction de leurs élèves, tandis que notre Laboratoire d'essais laisse de côté cette branche et s'adresse surtout aux industries diverses, pour lesquelles il fait les essais et les recherches utiles. Ces essais sont demandés par les industriels et payés par eux suivant un tarif déterminé, approuvé par le Ministère du Commerce et de l'Industrie.

Le laboratoire des machines de Zurich (1), dirigé par le professeur von Tetmayer, présente une installation hydraulique et mécanique fort intéressante.

spécialement affecté dans la première cour, à l'entrée du Conservatoire, possède :

Cinq chaudières Belleville, installées en sous-sol dans la deuxième cour, pouvant donner au moins 5000 kilogr. de vapeur à l'heure et servant en hiver au chauffage des différents locaux du Conservatoire;

Une chaudière Belleville, ancien type, capable de donner 800 à 900 kilogr. de vapeur à l'heure, à l'aide de laquelle se font les essais qui sont demandés de grilles, d'appareils spéciaux ou d'accessoires de chaudières;

Un surchauffeur Schwærer, attenant au massif de cette chaudière et pouvant surchauffer la vapeur jusqu'à 350 degrés. Il est chauffé par les flammes perdues de la chaudière et possède, en outre, un foyer indépendant.

Ces deux appareils sont installés dans une salle isolée de la salle des machines. Des bâches jaugées et munies de tubes de niveaux gradués

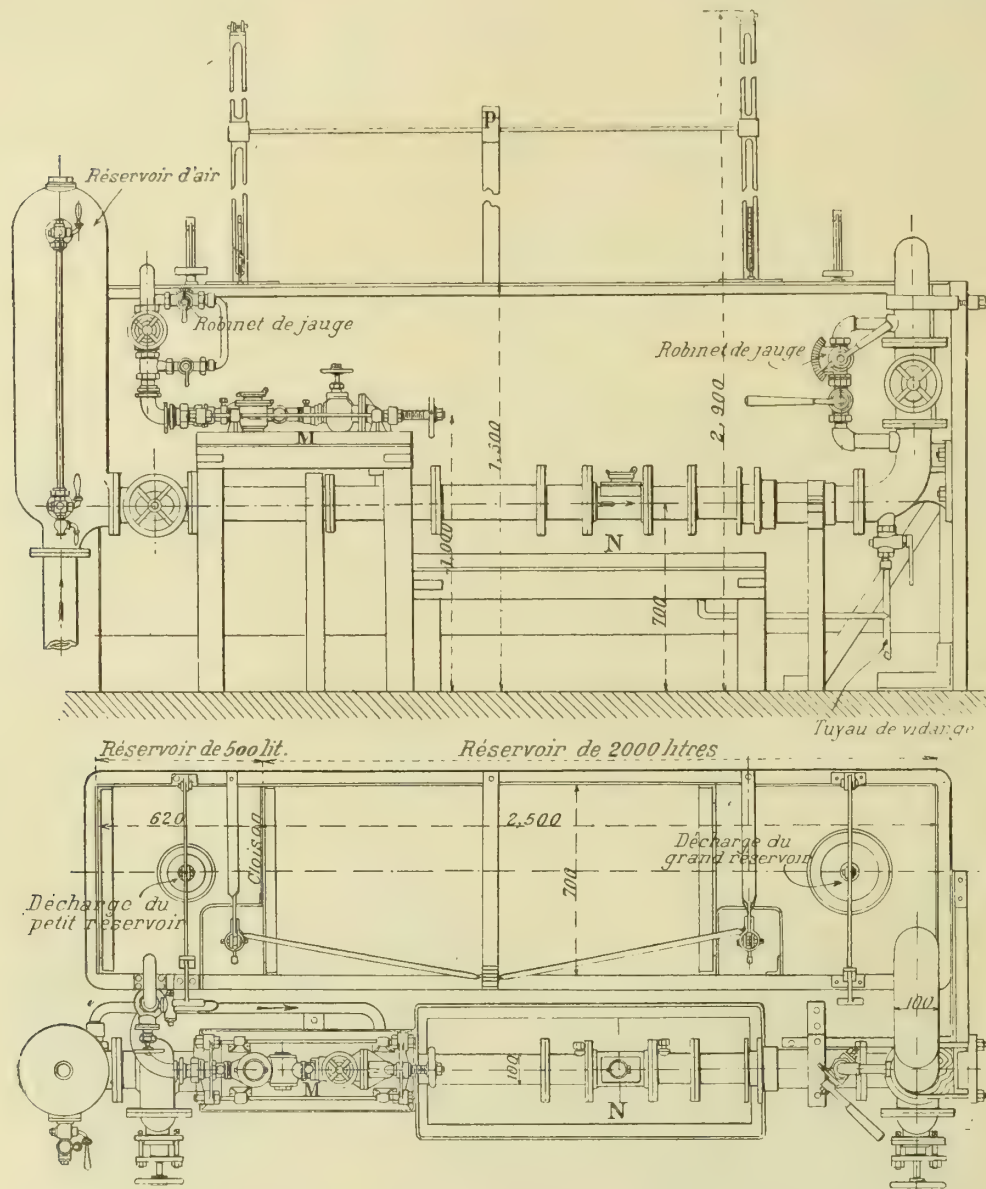


FIG. 2 et 3. — Élévation et plan de l'appareil pour l'essai des compteurs d'eau.

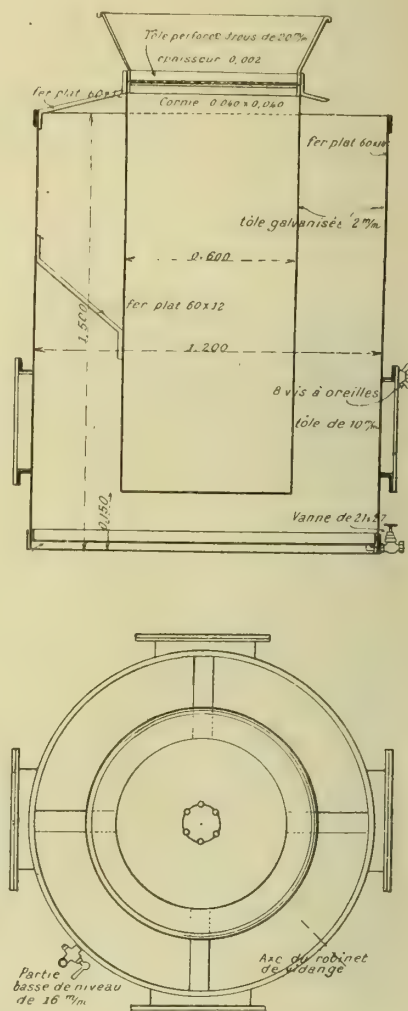


FIG. 4 et 5. — Coupe verticale et plan d'une bache de jaugeage.

Le laboratoire de Berlin, situé à Charlottenbourg, si remarquable à divers points de vue, nous offre encore une installation mécanique très complète. Parmi les études intéressantes qui s'y poursuivent, sous la direction de son créateur M. le professeur Josse, il faut signaler les essais relatifs à la machine à acide sulfureux accouplée à la machine à vapeur.

Mais nous mettrons en première ligne le laboratoire de Dresde dont la section des machines, dirigée par le professeur Mollier, et celle de l'hydraulique, dirigée par le professeur Levicki, viennent d'être installées dans un nouveau local parfaitement approprié. Ne pouvant en aborder ici la description, nous dirons seulement, pour donner une idée de leur importance, que ces deux installations ont coûté 2500 000 marks, et que la plupart des constructeurs ont donné leurs machines à des prix bien inférieurs au prix de revient.

Etude des différents groupes de la section des machines. — I. GROUPE DE LA VAPEUR. — L'usine à vapeur, installée dans un local qui lui est

permettent de mesurer avec précision l'eau consommée pour l'alimentation de la chaudière.

La salle des machines (fig. 6) possède :

Une machine compound horizontale Weyher et Richemond, type demi-fixe, de 35 à 40 chevaux. Cette machine actionne une transmission munie de poulies de différentes dimensions et terminée à ses extrémités, d'un côté, par un tachymètre de Buss, de l'autre, par un frein à circulation d'eau, dont le fonctionnement est irréprochable;

Un condenseur par mélange;

Un condenseur à surface Delaunay-Belleville, pouvant condenser 600 kilogr. de vapeur à l'heure;

Un condenseur plus petit, portatif, sans pompe, et qui sert à certains essais de consommation de petites machines ou chaudières à faible débit, par la méthode calorimétrique de Hirn;

Enfin une rampe de vapeur courant le long des murs de la salle, et qui apporte la vapeur saturée ou la vapeur surchauffée aux plates-formes sur lesquelles se font les essais.

(1) Voir le *Génie Civil*, t. XLIV, n° 48, p. 277.

Dans la salle des machines sont installés les appareils de mesure, tels que couples thermo-électriques, indicateurs de tirage, manomètres enregistreurs, etc., servant aux essais.

II. GROUPE DE L'HYDRAULIQUE. — Ce groupe occupe la moitié du sous-sol de la galerie Vaucanson, le long de la rue du même nom. Il possède une citerne de 20 mètres cubes de capacité, à laquelle vient aboutir un canal de 1 mètre de largeur, terminé, d'un côté, par un déversoir, et, de l'autre, par un bassin en chicanes, dans lequel vient se déverser l'eau. Celle-ci est prise à la citerne par un canal parallèle dans lequel on place les conduites d'aspiration des pompes.

Une pompe Dumont, débitant 500 litres par seconde, et mise en mouvement par un moteur électrique de 10 chevaux, vient compléter cette partie de l'installation. L'eau prise à la citerne par cette pompe y retourne par le canal en déversoir, après avoir servi à l'alimentation des compteurs ou des machines en essais.

Le déversoir se compose d'une plaque en tôle de 20 millimètres d'épaisseur, taillée et disposée suivant les indications de la théorie. Cette pièce est amovible et peut être remplacée par un jeu de déversoirs de différents débits.

Les appareils destinés à prendre le niveau dans le déversoir sont installés dans un puits voisin, à l'abri des remous de l'eau du canal proprement dit.

La pompe et la dynamo, dont nous venons de parler, sont disposées sur des châssis mobiles et peuvent ainsi être déplacées ou remplacées par des pompes à essayer. Le sol entier du local est sillonné, comme le montrent les figures 7 et 8, de fers à T scellés dans le béton, auxquels on fixe les fers à T amovibles qui portent les machines à essayer. La figure 7 montre le dispositif adopté dans l'essai d'une pompe; la figure 8 un essai analogue, mais où l'on a réalisé l'accouplement direct de la pompe et de la dynamo motrice.

À l'autre extrémité du local, près de la rampe d'accès pour l'arrivée des machines, se trouvent deux groupes d'appareils pour le tarage et l'essai des compteurs d'eau.

Essai des compteurs d'eau. — Le premier de ces appareils, fourni par la Compagnie pour la fabrication des Compteurs, se compose de deux réservoirs à niveau constant, alimentés par l'eau de la Ville, qui donnent respectivement des charges de 1 et 2 mètres. Par un jeu de vannes et de robinets, on met en communication l'un de ces deux réservoirs avec les compteurs à essayer. L'eau évacuée par ces derniers est mesurée dans des bâches jaugées de 140 litres. Les débits sont réglés par des diaphragmes calibrés et la jonction des compteurs à l'appareil d'essais est réalisée par des tubes souples en caoutchouc.

Ce dernier appareil peut également être mis en communication directe avec l'eau de la Ville et l'on opère, au besoin, avec la pression totale de cette dernière.

Les compteurs sont aussi essayés, surtout pour les débits importants, avec un appareil construit par la Compagnie générale des Conduites d'eau. Il est disposé en vue de mesurer non seulement le débit, mais encore la perte de charge.

Le compteur est mis en place sur un banc d'essai (fig. 2) au moyen d'un dispositif qui rend la manœuvre rapide et commode; l'eau

qui le traverse est recueillie dans des bâches à flotteurs; une échelle graduée indique à chaque instant la consommation en eau. Un manomètre hydraulique différentiel P permet la lecture des pertes de charge pour les différents débits. Les compteurs au-dessous de 40 millimètres sont essayés en M; ceux de 50 à 100 millimètres, en N.

Les bâches graduées et jaugées de ces deux appareils peuvent également servir dans les essais de pompes, machines hydrauliques et autres appareils.

Une canalisation d'air comprimé à 12 kilogr., qui court le long d'un mur de la salle, permet de faire l'étude des moteurs à air comprimé, des freins, etc.

Mesure ordinaire des débits. — Il faut encore citer, parmi les appareils utilisés dans le groupe de l'hydraulique, les bâches à orifice d'écoulement. Les hauteurs de charge sont produites par des étranglements dans les conduites et mesurées à l'aide de manomètres montés sur des réservoirs d'air qui jouent le rôle d'amortisseurs. Les débits sont jaugés par les appareils que nous venons de citer, mais plus généralement à l'aide de bâches à orifices d'écoulement. Les bâches em-

ployées sont disposées comme le montrent les figures 4 et 5; elles ont été tarées très exactement une fois pour toutes.

Le Laboratoire possède plusieurs de ces bâches à quatre orifices, à chacune desquelles correspondent une série d'orifices de différents diamètres. Pour les petits débits, un seul orifice est suffisant; pour les débits plus importants, on met en fonctionnement les quatre orifices. On peut même, dans certains cas, se servir de bâches munies de n orifices, trop voisins les uns des autres pour être jaugés avec précision, mais possédant chacun le même débit. On recueille et on jauge l'eau débitée par un seul de ces orifices. Cette méthode permet d'évaluer des débits très considérables en ne faisant porter les mesures que sur une quantité d'eau relativement faible.

Enfin, dans cette salle et dans un local complètement séparé sont installés deux appareils, l'un pour l'essai des compteurs à gaz, l'autre pour l'étude des calorifuges.

Essais des compteurs à gaz. — L'appareil pour l'essai des compteurs se compose d'un gazomètre de 500 litres entièrement équilibré, et qu'on peut remplir d'air ou de gaz. Ce gazomètre est en communication (fig. 11) avec les compteurs à essayer, qui sont placés parfaitement d'aplomb sur un marbre. Le gaz entre et sort du compteur par des joints hydrauliques et des conduites en caoutchouc. Ce banc permet l'essai de six compteurs à la fois. Des manomètres mesurent la perte de charge dans la traversée du compteur. Après avoir circulé dans tous les compteurs montés en série, le gaz passe dans un compteur étalon qui permet de contrôler les lectures faites au gazomètre; il se rend enfin à une rampe, où il est brûlé dans une série de becs papillons installés sous la hotte.

À côté se trouve l'appareil pour l'essai des calorifuges. Comme la méthode employée dans ces essais est nouvelle et comporte quelques développements, nous en renverrons la description à la fin de cette étude. C'est d'ailleurs accidentellement que ces deux derniers appareils se trouvent englobés dans le groupe de l'hydraulique: la préoccupation de les mettre dans un local isolé et bien à

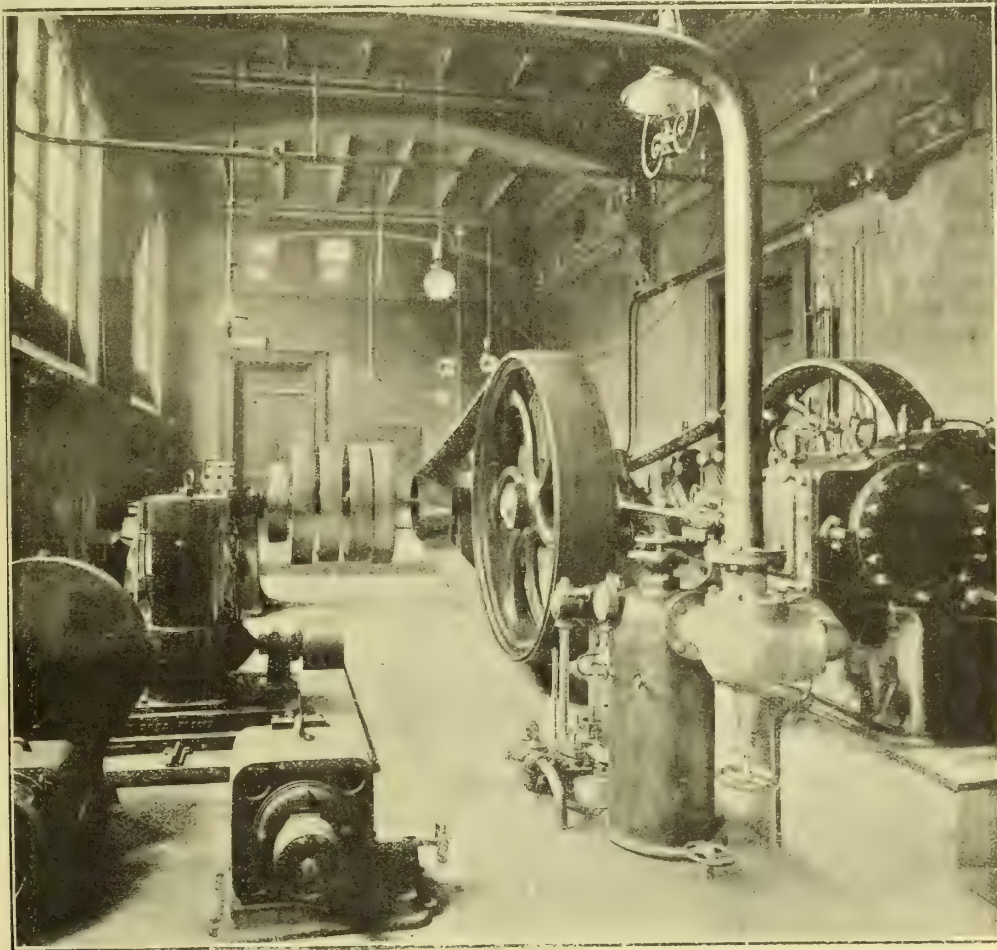


FIG. 6. — INSTALLATION A VAPEUR DE LA SECTION DES MACHINES DU LABORATOIRE D'ESSAIS : Vue d'ensemble de la salle où se font les essais des appareils à vapeur.

l'abri des variations de température a conduit à les installer dans ce local.

III. GROUPE DES ESSAIS DE MACHINES THERMIQUES ET AUTRES APPAREILS OU MACHINES. — Ce troisième groupe, le plus important par les essais

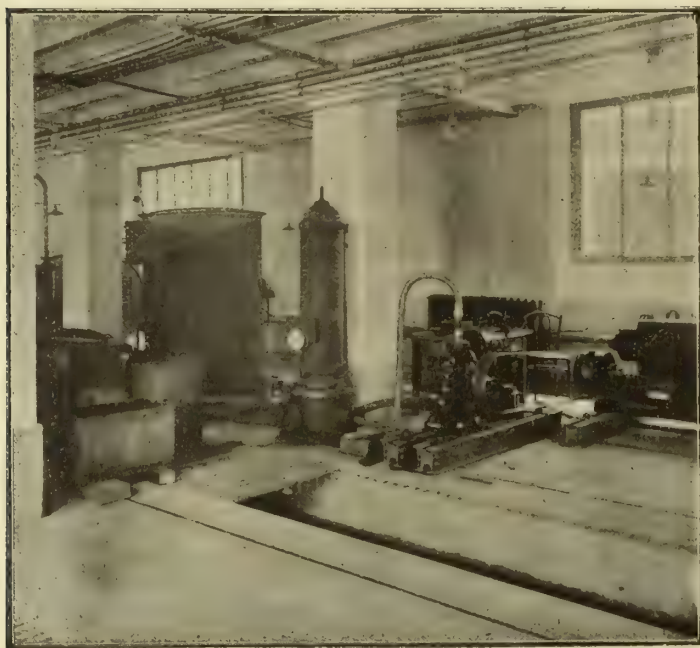


Fig. 7. — Essai d'une pompe à deux pistons à double effet élevant 11 250 litres d'eau par heure à 100 mètres de hauteur.

qui s'y font et par les dimensions du local occupé, se trouve installé dans la moitié du grand hall central du Laboratoire. Cette salle, desservie sur toute sa longueur par un pont roulant de 3 tonnes, construit par la maison Sautter et Harlé, a 86 mètres de longueur sur 8^m 25 de largeur. L'autre moitié est occupée par une partie de la section des métaux.

On y fait surtout les essais des moteurs thermiques et de leurs accessoires, pour lesquels un compteur contrôleur de 150 becs, des canalisations de gaz et d'eau ont été installés. On y remarque : deux plates-formes, l'une en chêne, l'autre en fonte, disposées avec caniveaux d'évacuation à l'extérieur des gaz brûlés et de l'eau ; une fosse de 5 mètres de longueur sur 4^m 50 de largeur et 3 mètres de profondeur, recouverte de poutres amovibles pour la fixation des machines et intérieurement revêtue d'un réseau de fers à T pour la fixation des machines à essayer, dont le poids peut atteindre 8 tonnes.

Le sol en béton de cette salle est sillonné de fers à T scellés dans le béton, sur lesquels on peut monter à n'importe quel endroit des appareils quelconques.

Un moteur Niel, de 20 chevaux, pouvant marcher au gaz de ville, au gaz pauvre, au pétrole, à l'alcool pur ou carburé et à l'essence, occupe une partie de cette salle.

Ce moteur peut attaquer une dynamo de 30 chevaux, servant soit à le freiner, soit à le mettre en route ; il porte un frein à circulation d'eau permettant d'absorber directement sa puissance motrice ; il est également muni d'un indicateur de Watt avec réducteur de course pour relever des diagrammes.

Gazogène. — A l'extérieur de ce bâtiment et près du moteur, est installé un gazogène Deschamps (1). Son constructeur s'est attaché à maintenir une haute température au centre de la cuve de manière à se mettre à l'abri de la formation des goudrons nuisibles à la bonne marche des moteurs. Cet appareil se compose essentiel-

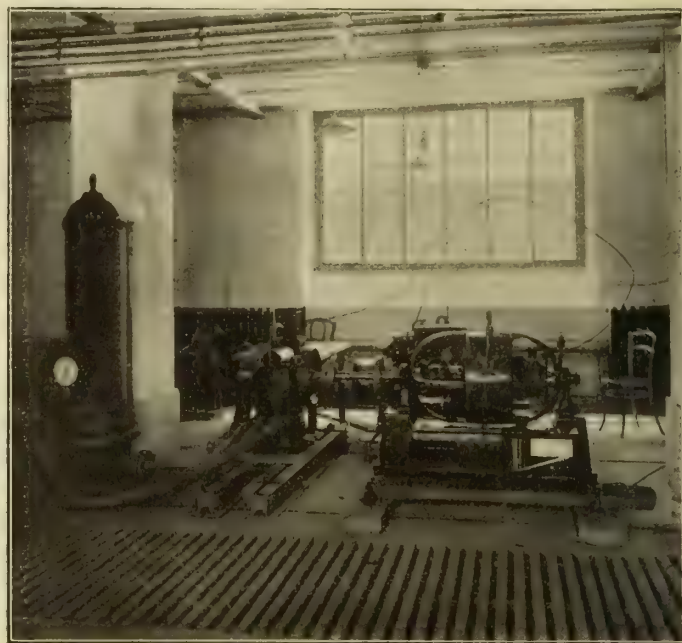


Fig. 8. — Essai par accouplement direct d'une pompe à piston à faible course et à grande vitesse, élevant 4 500 litres d'eau par heure à 41 mètres de hauteur.

lement d'une cuve légèrement évasée de bas en haut depuis l'endroit où l'on introduit l'air et où se forme la zone de combustion. Le reste de la cuve, à peu près cylindrique, et construit en parois réfractaires, est très légèrement évasé vers le bas, où le charbon repose sur une grille, souvent ordinaire, quelquefois mobile.

L'air arrive par une tuyère centrale dans l'axe de la cuve ; la combustion est renversée. Dans le voisinage de la grille la température n'est pas très élevée ; les cendres, après avoir glissé sur la grille inclinée, aboutissent à un joint hydraulique par lequel on les retire facilement. L'air, avant d'entrer dans la tuyère centrale, traverse un récupérateur formé de deux cylindres concentriques, l'un parcouru par les gaz chauds sortant de la cuve du gazogène, et l'autre (le plus grand), par l'air à réchauffer.

On fait arriver un léger filet d'eau dans la partie inférieure du récupérateur, de

manière à mélanger un peu de vapeur d'eau à l'air frais.

Comme il faut, en outre, un corps à transformer, qui produise une réaction endothermique pour absorber une partie de la chaleur formée par la combustion incomplète du carbone, on fait pénétrer, avec l'air frais, une partie des gaz brûlés provenant de l'échappement du moteur.

Le gaz produit, aspiré par un ventilateur, traverse d'abord le scrub-

(1) Cet appareil, qui peut brûler toutes sortes de combustibles, est destiné non seulement à fournir du gaz pauvre pour l'essai des moteurs, mais encore à l'étude des combustibles producteurs de gaz nouveau.

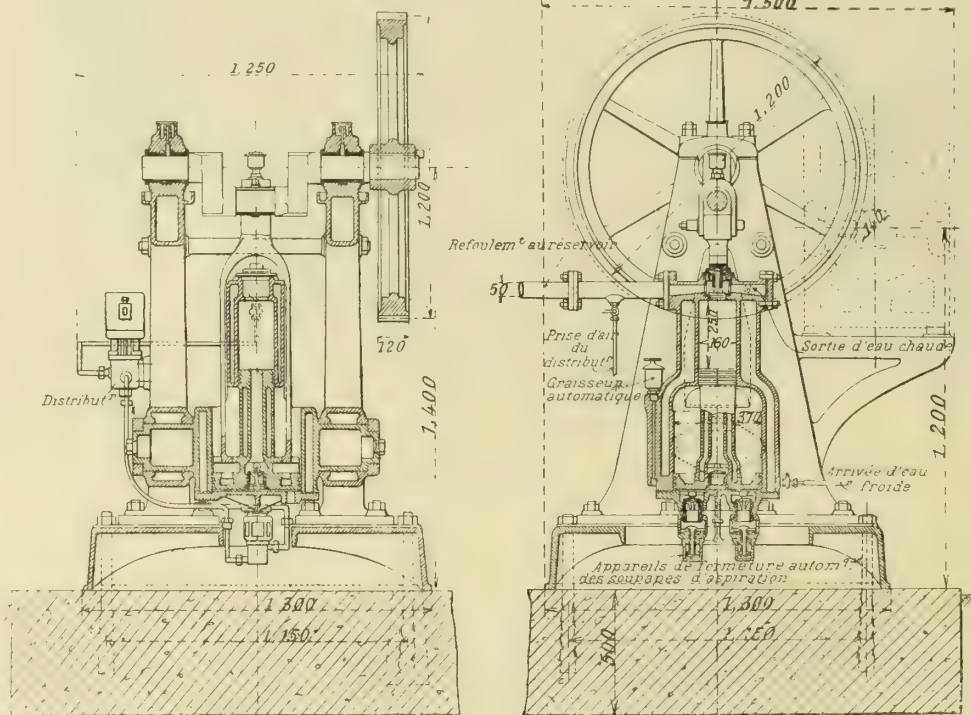


Fig. 9 et 10. — Coupe verticale et élévation du compresseur d'air.

ber, puis le ventilateur servant d'épurateur à force centrifuge; il est ensuite refoulé dans un gazomètre d'un mètre cube environ, dans lequel le prend le moteur.

Parmi les appareils faisant partie de ce groupe, nous citerons encore : un frein dynamométrique Panhard et Levassor, décrit plus loin; un compresseur d'air (fig. 9 et 10), et sa dynamo construits par les ateliers de Fives-Lille qui occupent le fond du grand hall. Ce compresseur est capable de comprimer, par heure, 120 mètres cubes d'air pris à la pression atmosphérique et refoulés à 12 kilogr. dans un réservoir de 3 mètres cubes et demi qui alimente les différents services du laboratoire. Cet appareil est compound et d'une construction spéciale qui

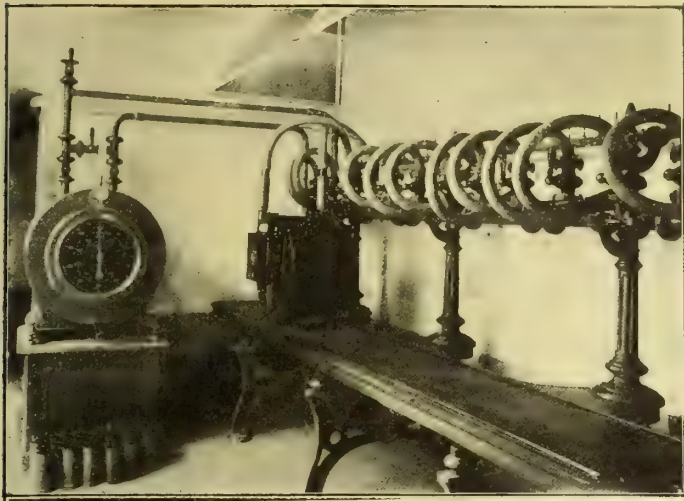


FIG. 11. — Appareil pour la vérification des compteurs à gaz, ou l'étude des orifices d'écoulement.

en facilite le démontage ou le remplacement des soupapes. Chaque cylindre est à simple effet, et leur disposition a permis d'équilibrer les efforts dans la machine.

Entre le compresseur et le moteur à gaz est installé en sous-sol un appareil nouveau, avec lequel on détermine facilement la puissance à la jante d'une automobile. Cet appareil permet d'essayer des voitures d'une puissance de 100 chevaux et depuis 3 kilom. jusqu'à 140 kilom. à l'heure. Nous donnons plus loin la description de cet appareil.

La section s'occupe, enfin, de nombreux essais à l'extérieur, d'études de machines diverses, de mise au point, de machines d'essai, de machines-outils. En un mot, sa compétence s'étend à toutes les machines sauf les machines électriques isolées (1).

Laboratoire de chimie. — Attenant à cette partie de l'installation, il a été installé un laboratoire de chimie outillé pour répondre aux besoins de la section des machines; il s'occupe exclusivement des études suivantes :

1° Analyses des combustibles divers employés pour l'alimentation des chaudières, gazogènes et quelquefois des machines thermiques;

2° Analyses des gaz d'échappement des moteurs, des gaz brûlés des cheminées, et des gaz pauvres des gazogènes.

Méthodes employées dans les analyses. — Les houilles sont analysées au point de vue de l'humidité, des cendres et des matières volatiles par les procédés ordinaires. Le charbon en poudre fine est desséché à l'étuve à 110 degrés, et, pour les matières volatiles, nous calcinons en creuset de platine sur le bec Berzelius. On emploie quelquefois, mais plus rarement, pour la détermination des matières volatiles, la calcination au moufle en creuset brasqué.

Les gaz d'échappement des moteurs ou des gazogènes sont analysés à l'appareil d'Orsat, la burette de Bunt, l'eudiomètre ordinaire ou l'eudiomètre de Schlösing.

Les couples thermo-électriques sont fréquemment vérifiés et tarés, par comparaison dans certains cas, mais en général par la méthode des points de fusion.

Salle de collections ou des appareils de mesure, et laboratoire de photographie. — Au premier étage, la section des machines possède une salle de collections dans laquelle sont rangés les appareils de mesure utilisés dans les essais. On y remarque également une installation spéciale pour le tarage à froid des ressorts des indicateurs. A côté de cet appareil, signalons aussi une pompe à glycérine, avec laquelle on tare les manomètres par comparaison avec un étalon construit par la maison Bourdon et fréquemment vérifié par le manomètre à air

libre installé dans la section de physique. On peut également faire le tarage des ressorts d'indicateur à chaud, à l'aide d'un appareil de Regnault branché sur le manomètre dont nous venons de parler.

Enfin un laboratoire de photographie permet de développer des clichés sur papiers industriels, des clichés de manographes ou de faire les études pour lesquelles une chambre noire est nécessaire.

Dans un prochain article nous donnerons quelques détails sur certains appareils spéciaux, notamment sur l'installation destinée aux essais des voitures automobiles (fig. 1).

(A suivre.)
A. BOYER-GUILLON,
Ingénieur civil des Mines,
Chef de la section des machines
du Laboratoire d'essais du Conservatoire des Arts et Métiers.

PHYSIQUE INDUSTRIELLE

PRODUCTION ET APPLICATIONS DU FROID ARTIFICIEL

Il semblerait que l'homme, en quête des améliorations que l'étude de la nature pouvait apporter à ses conditions d'existence, eût dû poursuivre, avec autant d'intérêt et de passion, la réalisation du froid à son gré, comme il a poursuivi l'obtention en tout temps de la chaleur.

Il faut croire cependant que le besoin de cette dernière était plus impérieux puisque la nature elle-même en facilita singulièrement la production en plaçant, sous la main de l'homme, la matière première, c'est-à-dire le combustible.

Ce n'est que tout récemment, il y a quelque cinquante ans, que la science s'est inquiétée de la recherche de l'élément contraire, le froid.

Après quelques tâtonnements, les chercheurs parvinrent assez rapidement à la découverte des procédés de cette nouvelle industrie qu'on nomme aujourd'hui le froid industriel et dont les applications sont rapidement devenues si nombreuses.

Ce sont ces procédés de production et ces applications du froid industriel que nous nous proposons de décrire sommairement.

OBTENTION DES BASSES TEMPÉRATURES. — Les procédés qui permettent d'abaisser notablement la température d'un corps sont basés soit sur une réaction endothermique de certains corps solides ou liquides, soit sur les propriétés physiques de certains gaz.

Les réactions endothermiques sont très employées dans l'économie domestique et dans les laboratoires sous le nom de mélanges réfrigérants; bien que leur usage ne constitue pas, à proprement parler, un procédé industriel, nous croyons utile d'indiquer ici les principaux :

Mélanges réfrigérants.

CORPS MÉLANGÉS	PROPORTIONS	TEMPÉRATURE OBTENUE
Sel ammoniac pulvérisé	5	— 12°
Azotate de potassium pulvérisé	5	
Eau	16	
Eau	1	— 16°
Azotate d'ammonium pulvérisé	1	
Acide chlorhydrique	3	— 18°
Sulfate de sodium pulvérisé	8	
Neige	1	— 18°
Sel marin	1	
Acide sulfurique avec demi-volume d'eau, à 0 degré	1	— 33°
Neige	2	
Neige	2	— 51°
Chlorure de calcium cristallisé pulvérisé	3	
Neige à — 18 degrés	1	— 55°
Chlorure de calcium cristallisé pulvérisé à — 18 degrés	2	

Les propriétés physiques des gaz utilisées pour la production du froid sont : la détente suivant la compression et l'évaporation consécutive à la liquéfaction.

De là dérivent les deux grandes classes de machines employées dans l'industrie :

Machines à détente;

Machines à gaz liquéfiés.

Machines à détente. — Le seul gaz employé dans ces machines est l'air. On y utilise la propriété que possède une masse d'air comprimée, puis refroidie à la température ambiante, de produire un fort abais-

(1) Pour plus de détails à ce sujet, nous renverrons à l'étude que M. PÉNOT, directeur du Laboratoire en a faite dans le *Bulletin du Laboratoire*, t. I, n° 1, p. 18.

sement de température lorsqu'on la détend brusquement en lui faisant exécuter un travail extérieur. L'abaissement de température obtenu est proportionnel au travail produit par la détente.

Les machines à air se composent donc essentiellement :

- 1° D'un compresseur ;
- 2° D'un refroidisseur d'air comprimé ;
- 3° D'un détendeur ;
- 4° D'un réfrigérant.

Ces machines sont à cycle ouvert ou à cycle fermé suivant que la masse d'air est renouvelée après chaque passage au réfrigérant, ou que la même masse agit toujours, l'air froid faisant retour au compresseur après avoir traversé le réfrigérant.

Compresseur. — Les compresseurs d'air sont généralement à double effet, bien que les cylindres à simple effet soient plus simples par la suppression du presse-étoupe et qu'ils aient une durée plus grande, mais les machines à air étant employées surtout à bord des navires, il convient de réduire le plus possible leur encombrement.

Les cylindres des compresseurs sont toujours refroidis au moyen d'une circulation d'eau, car l'élévation de température produite par la compression est très grande. Cette circulation doit être particulièrement active sur les fonds du cylindre qui sont en contact avec l'air comprimé.

Il ne faudrait pas croire qu'elle a pour but principal d'absorber la chaleur communiquée à l'air par la compression ; la mauvaise conductibilité de l'air s'oppose à une action rapide de la surface refroidissante et l'air est refoulé hors du cylindre avant qu'il ait pu transmettre une partie notable de la chaleur à l'eau de circulation. Mais cette action rafraîchissante est indispensable afin de maintenir les parois du cylindre à une température suffisamment froide pour que le graissage soit bien assuré. Quelques constructeurs ont même étendu le refroidissement par l'eau à la tige du piston.

Le moyen le plus efficace pour empêcher un échauffement excessif de l'air pendant la compression consiste à faire une injection d'eau pulvérisée au cylindre ou, plus simplement, dans l'air avant son aspiration ; mais ce moyen a le grave inconvénient d'augmenter considérablement l'humidité de l'air, qui est une cause de diminution de l'effet utile et de perturbations dans le fonctionnement du détendeur.

En outre, la présence de l'eau dans le cylindre nécessite des purges fréquentes et nuit au bon graissage des organes en mouvement. Aussi la plupart des constructeurs de machines à air ont-ils abandonné cet artifice.

La distribution dans les machines à double effet a lieu généralement au moyen de soupapes automatiques en fer ou en acier, avec siège en bronze ou en caoutchouc. Certains constructeurs ont adapté au compresseur d'air les dispositifs Corliss des machines à vapeur ; d'autres ont essayé des tiroirs plans ou cylindriques ; d'autres encore ont imaginé de commander mécaniquement l'ouverture des soupapes d'aspiration et de refoulement ou seulement des soupapes d'aspiration.

Refroidisseur d'air. — Au sortir du compresseur, l'air chaud traverse un appareil qui a pour but d'absorber la plus grande partie de la chaleur emmagasinée pendant la compression. Cet appareil est le refroidisseur d'air. Il est constitué le plus souvent par un faisceau tubulaire en cuivre, semblable à celui des condenseurs à surface des machines à vapeur. L'eau rafraîchissante circule à l'intérieur des tubes, et l'air à refroidir à l'extérieur et en sens inverse de l'eau, de manière à réaliser une circulation méthodique.

Lorsque le compresseur est muni d'un dispositif de refroidissement de l'air par injection d'eau pulvérisée, le refroidisseur est souvent constitué par un simple réservoir où l'on produit une seconde injection d'eau.

Dans ce cas, on conçoit qu'il est indispensable de faire suivre le refroidisseur d'un sécheur qui retienne les gouttelettes d'eau entraînées par l'air. Cet appareil fait d'ailleurs, le plus fréquemment, partie

intégrante du refroidisseur, en ce sens que ce dernier est souvent disposé de telle façon que l'air chaud se refroidit et se sèche, ou bien en traversant des serpentins ou des faisceaux de tubes placés, soit dans le réfrigérant, soit sur l'aspiration d'air froid détendu au compresseur, ou bien en se détendant lui-même dans un premier détendeur qui amène sa température à 2 ou 3 degrés centigrades au-dessus de zéro ; à la suite de ce détendeur se trouve une capacité munie de tôles perforées ou de chicanes qui retient toute l'eau condensée.

Détendeur. — Le détendeur est l'inverse du compresseur ; il est constitué par les mêmes organes que celui-ci et peut être à simple ou double effet.

La distribution de l'air est opérée comme dans le compresseur par soupapes ou par tiroirs-plans cylindriques ou rotatifs. Les soupapes sont quelquefois automatiques, mais le plus souvent leur ouverture est réglée mécaniquement.

La température de l'air, au sortir du condenseur, s'abaisse, dans certaines machines, jusqu'à -70 degrés.

Un organe inséparable du détendeur est la boîte à neige (snow-box) dans laquelle on recueille le givre, la glace ou la neige qui se forme à la suite de la détente de l'air, quelles que soient les précautions prises pour son séchage avant son entrée au détendeur.

Réfrigérant. — Ce dernier organe des machines à air ne présente aucune particularité intéressante. Le plus souvent, d'ailleurs, il n'existe pas, à proprement parler, de réfrigérant en tant qu'appareil. En effet, les machines à air sont presque exclusivement employées, à l'heure actuelle, à la congélation des viandes d'outre-mer et cette congélation s'obtient dans des locaux isolés où l'on fait arriver directement l'air au sortir du détendeur.

Nous n'insisterons pas autrement sur la description de ces machines qui, bien que toutes pourvues des organes essentiels que nous venons d'énumérer, présentent entre elles, suivant leurs constructeurs, des différences très notables.

Les machines à air perdent, en effet, tous les jours du terrain et l'on peut prévoir le jour prochain où, dans leur dernier refuge, la flotte frigorifique, elles seront remplacées par les machines à gaz liquéfiables.

Leur rendement est médiocre par suite de la faible capacité frigorifique de l'air qui oblige à comprimer des volumes considérables ; cette nécessité elle-même conduit à des machines très volumineuses, encombrantes et coûteuses. Leur principal avantage est d'être indépendantes, c'est-à-dire non soumises au ravitaillement, quelquefois difficile, du corps qui sert d'intermédiaire frigorifique (acide sulfurique, ammoniac ou acide carbonique).

Nous citerons, pour finir, les principaux constructeurs de machines à air, en plaçant en tête les noms de Paul Giffard et de Windhausen, qui ont été les initiateurs de cette industrie ; viennent ensuite : Bell et Coleman, Bürkhardt, Clerk, Chambers, Hall, Hargreaves et Inglis, Haslam, Kirk, Lightfoot, Matthews, etc., etc.

Machines à gaz liquéfiables. — La liquéfaction du gaz peut être obtenue avec ou sans l'intervention d'une puissance mécanique extérieure, d'où la division de ces machines en deux classes :

- 1° Machines à affinité ou absorption, dans lesquelles le gaz se liquéfie sous sa propre pression ;
- 2° Machines à gaz liquéfiés par compression préalable.

MACHINES A AFFINITÉ OU ABSORPTION. — On utilise, dans ces appareils, la très grande affinité de l'eau pour le gaz ammoniac : 1 litre d'eau en absorbe facilement 500 litres.

On conçoit que si l'on chauffe une dissolution ammoniacale en vase clos, on dégagera le gaz ammoniac, qui atteindra rapidement une pression suffisante pour se liquéfier, si l'on a soin de le refroidir convenablement. En provoquant, par expansion, la volatilisation de l'ammoniac liquide, on produira du froid : c'est l'effet utile recherché. Le gaz ammoniac est ensuite absorbé par la dissolution appauvrie de laquelle il émanait, et le cycle recommence.

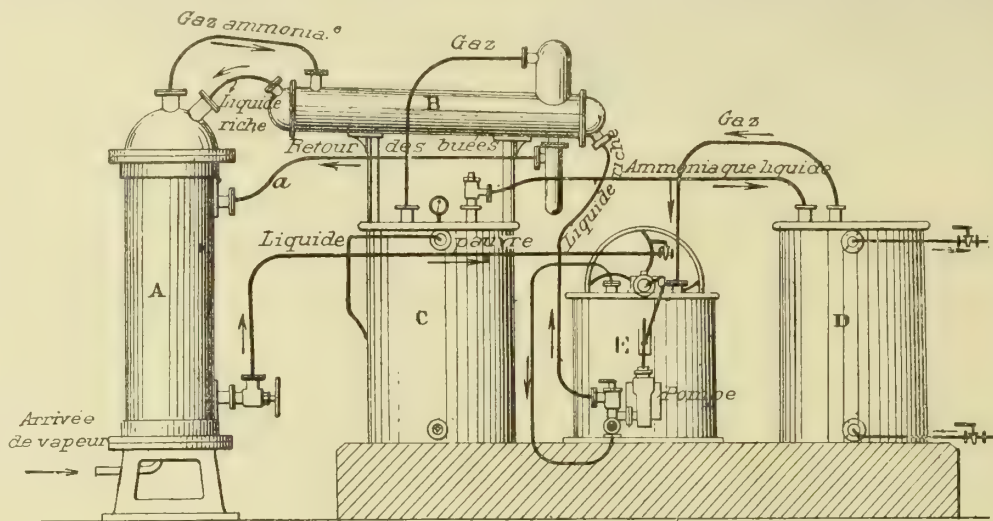


FIG. 1. — Schéma d'une installation frigorifique, système Hignette.

A, colonne à ammoniac (chaudière chauffée à la vapeur) ; — B, rectificateur ; — C, condenseur ou liquéfacteur ; D, réfrigérant contenant le liquide incongelable ; — E, régénérateur.

USINE HYDRO-ÉLECTRIQUE DE KYKKELSRUD (Norwège)

Fig. 1. Demi coupe verticale suivant MN

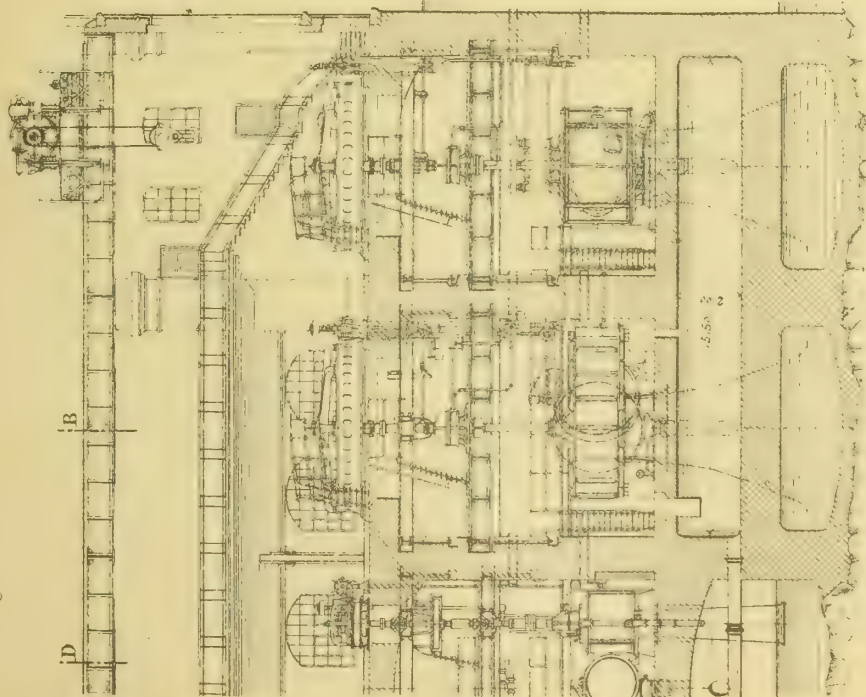


Fig.3. Coupe suivant AB

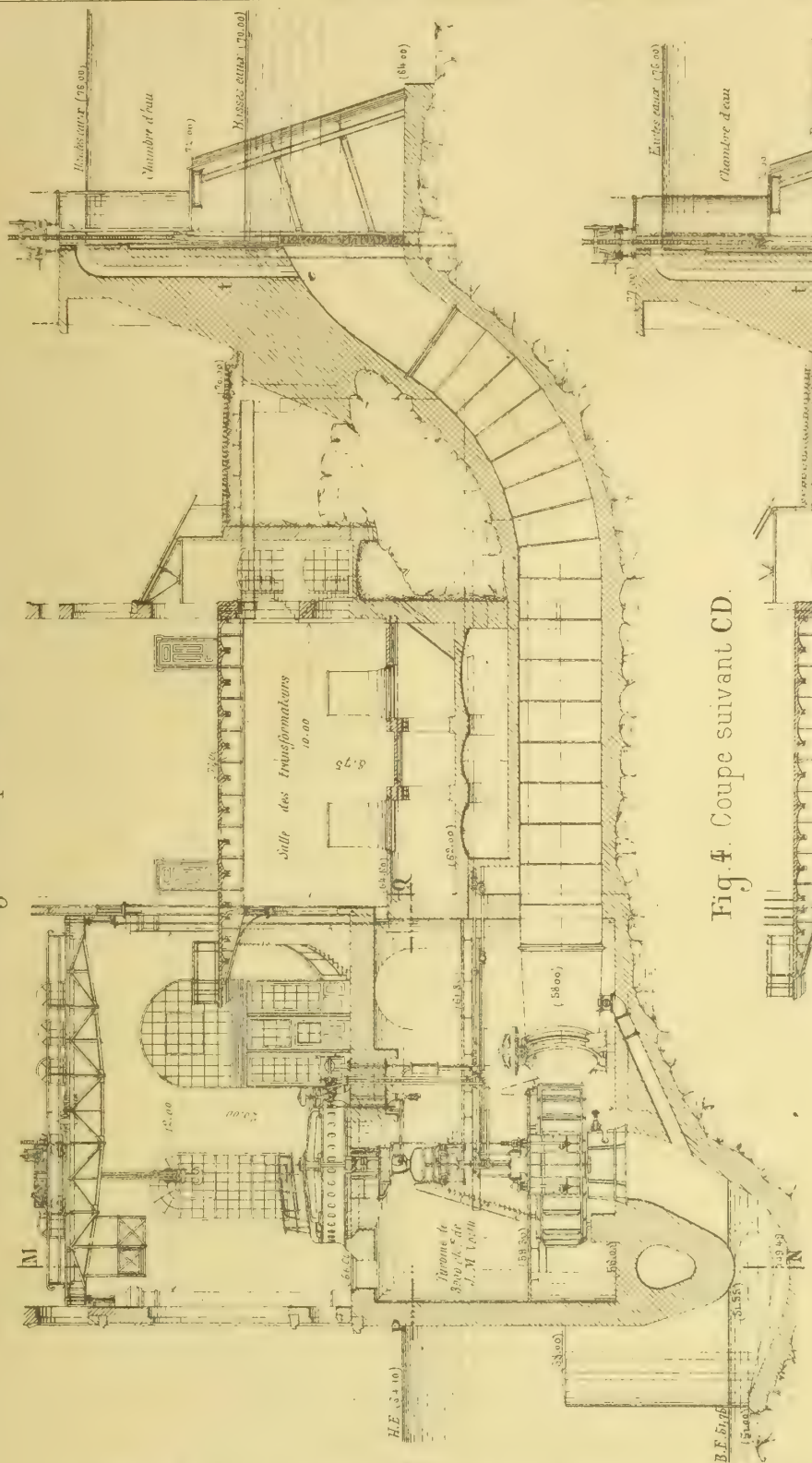


Fig. 4. Coupe suivant CD.

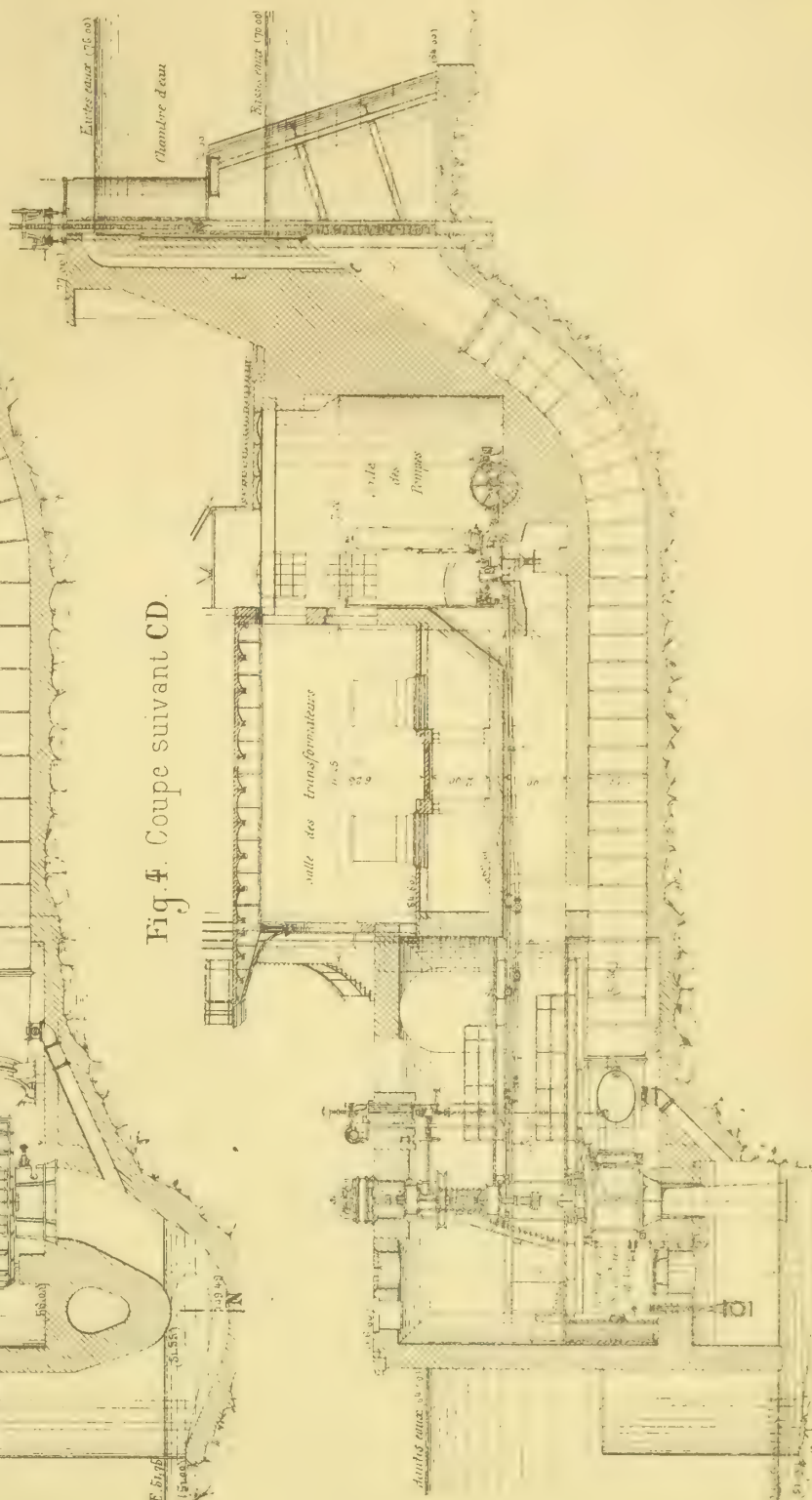
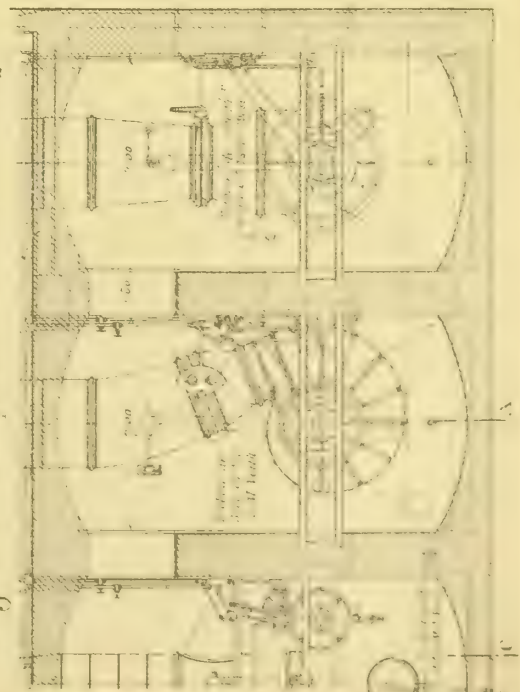


Fig. 2. Densitometric horizontal suivent PQ.



Il est bien entendu que pour que la réabsorption soit possible, il faut que la solution dissolvante soit froide.

On voit qu'on a pu réaliser ainsi la liquéfaction du gaz servant d'agent frigorifique et sa volatilisation ultérieure sans faire intervenir aucune force extérieure; cet appareil serait donc très avantageux au point de vue de l'entretien, puisqu'il ne présente aucun organe en mouvement.

En fait, il est nécessaire de produire la circulation de la dissolution ammoniacale et de l'eau rafraîchissante au moyen d'une petite pompe.

L'invention des machines à affinité est due à Ferdinand Carré, dont le premier brevet remonte à 1857. Le gaz employé était l'éther sulfurique. En 1860, Carré produisit sa première machine véritablement industrielle qui eut un succès considérable en France. Cette fois, l'ammoniaque remplaçait l'éther et la machine était si bien conçue que depuis on n'a guère fait que perfectionner ses organes essentiels.

Les principaux constructeurs des machines à affinité sont, en France : MM. H. Rouart (1), Imbert frères, Hignette et C^{ie}. Nous décrivons les dispositifs adoptés par ces derniers constructeurs (fig. 1).

Une chaudière A, chauffée par une circulation de vapeur, contient la solution ammoniacale; sous l'influence de la chaleur, le gaz ammoniac se dégage, mélangé à une certaine quantité de vapeur d'eau. C'est précisément la présence de cette vapeur qui a été jusqu'ici la cause principale de l'infériorité de ces appareils. En effet, la production de vapeur exige un certain nombre de calories, qui sont complètement perdues pour l'effet utile de l'appareil; mais cette perte de rendement est insignifiante à côté de celle qui résulte de la liquéfaction de cette vapeur dans le récipient même où le gaz ammoniac va se liquéfier : l'eau de condensation ainsi formée redissout une certaine quantité de gaz, de telle sorte que le charbon brûlé pour dégager ce gaz l'a été en pure perte.

On remédie à ce grave défaut par le rectificateur B qui condense toute la vapeur produite; à cet effet, on fait circuler dans un serpentín renfermé dans le cylindre B le liquide riche et froid, régénéré, qu'on renvoie à la chaudière; le gaz dégagé de la chaudière A circule autour du serpentín et, à son contact, la vapeur se condense et l'eau de condensation retourne immédiatement à la chaudière par le tuyau a.

L'appareil est conçu de façon que le refroidissement soit méthodique, c'est-à-dire que le gaz rencontre, à travers les parois des tubes, des couches de liquide de plus en plus froides, au fur et à mesure qu'il se dépouille de sa vapeur. Les dimensions des surfaces refroidissantes ont été calculées de façon que, à la sortie du rectificateur, le gaz soit absolument sec.

Au sortir du rectificateur B on a donc du gaz ammoniac sec, à une certaine pression; il se liquéfie dans le condenseur C sous l'influence de la pression et du refroidissement obtenu par une circulation méthodique d'eau froide. L'ammoniaque liquide ainsi obtenue est envoyée au réfrigérant D où elle se vaporise en produisant un grand froid. Le gaz passe alors au régénérateur E, organe également amélioré par le constructeur, car jusqu'ici la réabsorption du gaz détendu par la solution appauvrie était très imparfaite : elle s'opérait dans un récipient unique où l'eau enrichie en gaz se trouvait constamment en contact avec le liquide pauvre, de telle sorte que la solution n'arrivait jamais à se concentrer au delà d'une valeur moyenne, d'autant que la température réalisée pour la solution n'était pas suffisamment basse.

Le nouveau régénérateur est disposé comme suit : A l'extérieur de l'appareil, le gaz qui servira à enrichir le liquide pauvre et ce dernier arrivent simultanément dans un même tuyau qui les conduit au régénérateur proprement dit. Celui-ci se compose de séries de tubes horizontaux superposés et mandrinés sur deux plaques tubulaires. Les plaques sont fermées par des portes munies de chicanes, de telle sorte que le liquide et le gaz pénétrant simultanément dans les tubes de la partie inférieure de l'appareil soient obligés de circuler dans chaque série horizontale avant de gagner la série supérieure. Chaque tuyau contient à l'intérieur un cloisonnement percé de trous, de façon que l'eau et le gaz subissent un brassage énergique qui facilite l'absorption de ce dernier. Le refroidissement est obtenu par une circulation d'eau tombant en pluie de la partie supérieure de l'appareil.

La solution qui débouche dans l'appareil à la partie inférieure rencontre de l'eau de refroidissement de plus en plus froide et s'enrichit constamment dans sa marche ascensionnelle, tout en restant complètement isolée pendant ce travail d'enrichissement. A son arrivée dans les rangées supérieures des tubes, l'absorption est complète. De plus, ce liquide est à la température de l'eau de circulation et c'est par lui que l'on condense la vapeur d'eau dans le rectificateur B.

Quels que soient les perfectionnements apportés aux machines à affinité, leur rendement demeure inférieur à celui des machines à compression, lorsque la production du froid atteint quelque valeur.

On reproche, en outre, à ces appareils une certaine difficulté à les bien régler, le danger d'explosions, lorsque le chauffage de la chaudière a lieu à feu nu, la formation de glaçons par condensation de la

vapeur d'eau entraînée, ce qui occasionne des arrêts fréquents, la diminution de rendement par suite de l'appauvrissement rapide de la solution ammoniacale, la grande quantité d'eau de refroidissement qu'il faut fournir, etc.

Cependant, certains constructeurs affirment avoir vaincu la plupart de ces difficultés qui avaient fait abandonner presque complètement les machines à affinité.

On ne peut que souhaiter voir leurs efforts aboutir, car il est incontestable que la transformation directe des calories du combustible en frigories au réfrigérant conduirait à une forte réduction du prix de revient du froid industriel, puisqu'on n'aurait plus à passer par l'intermédiaire coûteux de la machine à vapeur et de la pompe à compression.

F. COTTAREL,
Ingénieur des Arts et Manufactures.

(A suivre.)

ÉLECTRICITÉ

USINE HYDRO-ÉLECTRIQUE DE KYKKELSRUD (NORVÈGE)

(Planche III.)

Bien que la Norvège soit particulièrement riche en énergie hydraulique, l'installation des grandes usines y est relativement rare, faute de débouchés industriels pour la puissance disponible. Une usine hydro-électrique importante, construite sur le Glommen, auprès de Kykkelsrud, a cependant été mise récemment en exploitation. Nous n'en décrivons, ici, que les principales dispositions.

Le Glommen, fleuve important dont le bassin mesure 41 400 kilom. carrés, se jette dans le fiord de Kristiania (Skagerrak) à Frederikstad. Un vaste lac, le Mjösen, de 359 kilom. carrés, et beaucoup d'autres moins importants, dont l'ensemble représente 1200 kilom. carrés, sont enclavés dans son bassin et tendent à régulariser le débit du fleuve et de ses affluents.

Il n'en est pas moins vrai que le débit d'étiage du Glommen tombe à 100 mètres cubes par seconde, tandis qu'il atteint 2 000 mètres cubes en été (exceptionnellement même, 4 500 mètres cubes en 1860).

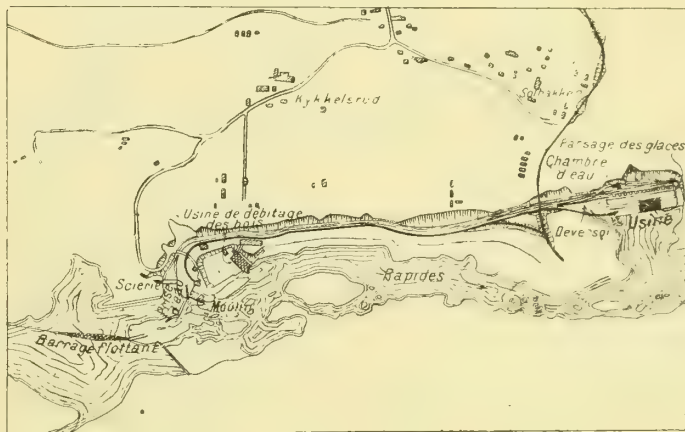


Fig. 1. — Plan des chutes de Kykkelsrud.

A sa sortie du lac Oejeren, qui est situé à 60 kilom. en aval du lac Mjösen, et à l'altitude moyenne de 103 mètres, le Glommen franchit une série de rapides constituant une chute totale de 75 mètres sur un parcours de 20 kilom., et présente enfin, près de son embouchure, à Sarpsfos, une chute de 21 mètres déjà utilisée par l'industrie.

Les chutes de Kykkelsrud, éloignées de 63 kilom. de Kristiania, ont une hauteur utilisable de 19 mètres. C'est en ce point qu'on décida, il y a quelques années, de construire une importante station centrale, disposant d'une puissance nette de 36 000 chevaux, avec un débit moyen de 260 mètres cubes par seconde. Cette usine devait transmettre le courant triphasé à haute tension dans les centres d'utilisation de la région, à mesure que les besoins s'en feraient sentir. Ce vaste programme est aujourd'hui en partie réalisé, et le courant parvient jusqu'à Slemmestad, à 87 kilom. de l'usine, après avoir contourné le fiord de Kristiania.

Deux groupes électrogènes, de 3 000 chevaux chacun, sont en fonctionnement; deux autres pourront être installés dans le bâtiment existant. Enfin, la chute pourra être portée à 21^m 25, de façon à assurer une puissance de 44 000 chevaux.

Prise d'eau. — La prise d'eau est placée, comme le montre le plan (fig. 1), à proximité de petites usines préexistantes qui utilisent une faible fraction du débit du fleuve. Des difficultés spéciales de construction résultaient du flottage des bois, qui est pratiqué, de mai à novembre, sur une vaste échelle. Sauf sur les lacs, où les arbres sont

(1) Voir la description des installations faites par la maison Rouart à la Morgue de Paris (*Génie Civil*, t. XV, n° 21, p. 492), à l'hôpital du Val-de-Grâce et à l'hôpital Cochin (t. XXXIV, n° 12, p. 182).

réunis en radeaux et remorqués, on précipite les troncs dans les rivières, et le courant les amène aux scieries et aux fabriques de cellulose, par exemple à Sarpsborg dans le cas du Glommen. Un barrage flottant, constitué par une charpente en treillis, a été établi pour empêcher les troncs de s'engager dans le canal d'amenée, à l'entrée de la dérivation (fig. 1). Il est assez souple pour se prêter, entre les deux extrémités où il est ancré, à toutes les variations de niveau et aux remous du fleuve.

Les petites usines (scierie, moulin, etc.) se trouvent auprès de la prise d'eau; celle-ci a été aménagée de façon à ne pas nuire à leur fonctionnement tout en assurant à la station électrique 200 mètres cubes par seconde. Le vannage est double et, à toute ouverture, présente une section de 141 mètres carrés; les vannes sont manœuvrées, soit à bras, soit par deux moteurs électriques de 18 chevaux qui soulèvent l'un les vannes supérieures, l'autre les vannes inférieures, soit toutes ensemble, soit séparément.

Canal d'amenée. — Le canal d'amenée, long d'environ 1 kilom., a présenté de sérieuses difficultés de construction, par suite de l'étroitesse de la vallée qu'on a dû lui faire suivre et des masses d'argile qu'il traverse. On a choisi un profil haut et étroit, tantôt maçonné, tantôt creusé dans le rocher. Large de 27^m50 au départ de la prise

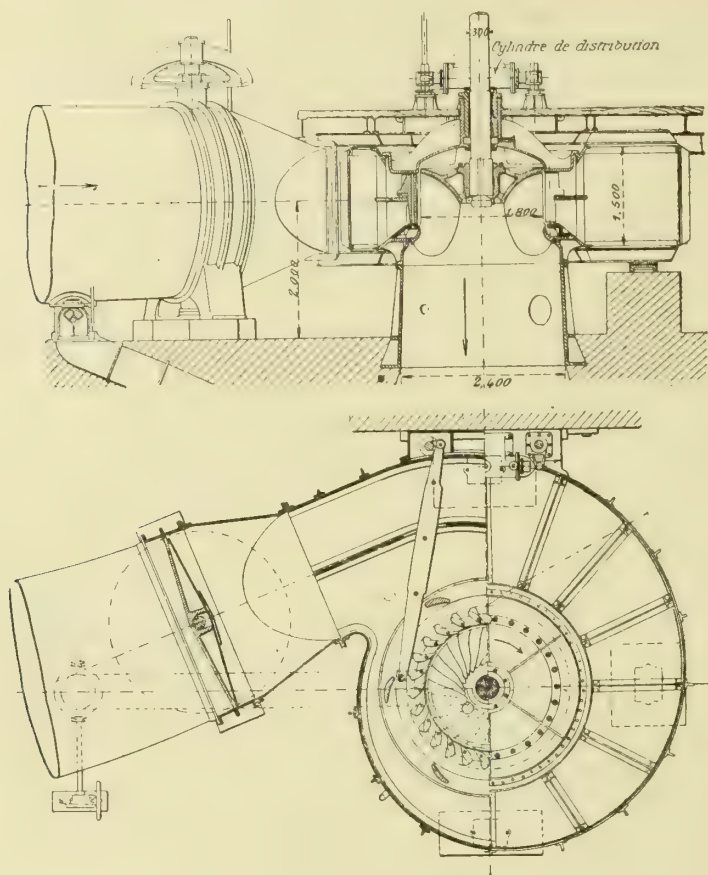


FIG. 2 et 3. — Turbine de 3000 chevaux construite par J. M. Voith.

d'eau, il se réduit bientôt à une largeur de 8 mètres au radier; les parois ont un fruit de un dixième. La pente du radier est de $\frac{1}{660}$. La section mouillée varie entre 80 et 135 mètres carrés. Normalement, la vitesse de l'eau est de 2^m50, le débit 200 mètres cubes, la chute utilisable 18 mètres et la puissance disponible 36 000 chevaux. Un barrage projeté doit, comme nous l'avons dit, assurer un minimum de chute de 21^m25 et une puissance de 44 000 chevaux.

Un déversoir de 100 mètres de longueur, situé à proximité de l'usine, peut déverser 200 mètres cubes par seconde dans un canal de décharge (fig. 1). En outre, trois vannes de vidange se trouvent à côté du déversoir et servent à faire des chasses de nettoyage. Un moteur facilite leur manœuvre. Enfin, le canal se termine par une chambre d'eau aussi large que possible, d'où partent les conduites forcées.

Cette chambre a 128 mètres de longueur et, à son extrémité, une issue munie de vannes a été ménagée pour les corps flottants, etc.

Chaque conduite (fig. 3 et 4, pl. III) est munie à son point de départ d'un vannage à commande électrique, d'une grille, d'un dispositif de remplissage et d'un tuyau *t* pour l'évacuation de l'air.

Usine électrique. — L'usine proprement dite (fig. 1 à 4, pl. III) est constituée par un bâtiment à deux étages, dont les cinq divisions correspondent : celle du milieu, à deux turbines d'excitation; la suivante, à une turbine Voith; la dernière, à une turbine Escher Wyss. Les deux travées non représentées sur les figures 1 et 2 (pl. III) sont réservées à l'installation future d'unités supplémentaires.

La différence de niveau entre les planchers des deux étages atteint 10 mètres : cette hauteur considérable a été nécessitée par les variations du niveau aval qui se trouve tantôt à la cote 51,75, tantôt à la cote 64,10. Il en résulte que le bâti des alternateurs est placé à la cote 66 mètres, de façon à échapper aux plus fortes crues. Cette disposition a nécessité des axes de turbines d'une grande longueur et d'un poids considérable.

Les turbines d'excitation, chacune de 280 chevaux, sont alimentées par la même conduite. L'une d'elles fonctionne pour le service, l'autre sert de réserve. Un emplacement *a* (fig. 2, pl. III) est préparé pour une troisième unité. Leurs couronnes mobiles, de 0^m80 de diamètre, ont des aubages mobiles en tôle d'acier. Elles sont pourvues de régulateurs hydrauliques situés au-dessus d'elles, et fonctionnant automatiquement ou à la main. Les pompes qui assurent la circulation de l'huile des régulateurs de toutes les turbines étant précisément commandées par les turbines excitatrices, on voit qu'il est nécessaire d'opérer, au début, le réglage à la main. On passe ensuite à la marche

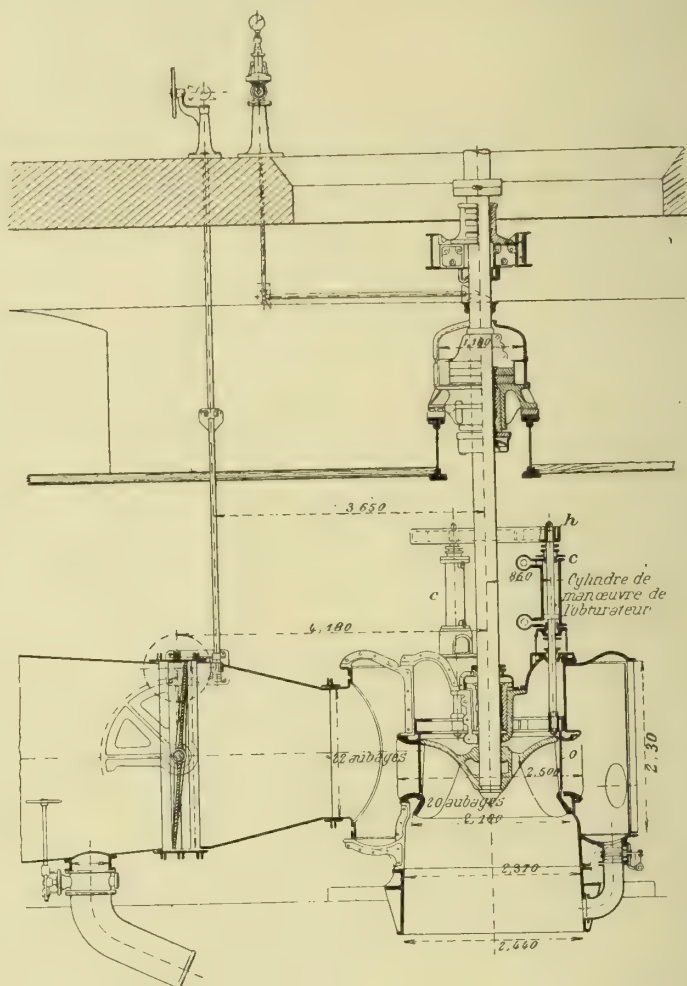


FIG. 4. — Turbine de 3000 chevaux construite par Escher Wyss.

automatique en admettant l'huile dans les régulateurs. Les arbres verticaux sont supportés en quatre points de leur hauteur.

Le rendement de ces turbines, qui consomment 1^m3 75 par seconde à 325 tours, a été garanti égal à 76 % sous une chute de 16 mètres, par la maison Voith, de Heidenheim.

La turbine de 3000 chevaux construite par les mêmes ateliers (fig. 2 et 3) tourne à 150 tours et absorbe 15 à 19 mètres cubes par seconde. C'est aussi une turbine Francis, dont la conduite a 3 mètres de diamètre; la vitesse de l'eau est ici de 2^m75 par seconde. La huche, soutenue par des piliers en béton, est en tôle solidement renforcée de cornières; la vitesse de l'eau y dépasse 6 mètres par seconde. Les aubages fixes, de 0^m80 de hauteur, peuvent pivoter autour d'axes verticaux. Les aubages mobiles, dont le plus grand diamètre atteint 1^m80, sont en tôle d'acier. La conduite d'évacuation verticale a 2^m40 de diamètre au niveau du plancher. La vitesse de l'eau s'y réduit à 1^m20 par seconde.

L'arbre vertical en acier, de 0^m30 de diamètre et 7^m60 de longueur, porte à son extrémité supérieure l'appareil d'accouplement avec l'alternateur. L'ensemble des organes rotatifs du groupe électrogène ne pèse pas moins de 32 tonnes et repose sur le plancher intermédiaire (fig. 1 et 3, pl. III), par l'intermédiaire de plaques de support. Un dispositif à injection d'huile, dans une cavité annulaire, sous la pression de 15 kilogr. par centim. carré empêche le frottement des surfaces métalliques en regard, qui restent séparées par une couche liquide.

L'arbre est supporté en trois points de sa hauteur. Sur la conduite

est interposée une vanne tournante de 2^m 60 de diamètre (fig. 2 et 3). Le régulateur hydraulique, actionné par l'huile sous pression, est muni d'un perfectionnement qui facilite le couplage en parallèle, en amenant les deux turbines à des vitesses identiques.

La turbine Escher Wyss (fig. 4) fonctionne dans des conditions tout à fait analogues à la précédente. C'est aussi une turbine Francis à huche cylindrique, mais l'admission y est radiale et non tangentielle. Cette admission est réglée par une couronne obturatrice, mobile entre les aubages fixes et les aubages mobiles. En outre, une vanne de 2^m 50 de diamètre est située à l'extrémité de la conduite d'amenée. Trois cylindres *c*, dont les pistons sont solidaires d'une couronne *h* et de l'obturateur *o*, servent à soulever ou abaisser ce dernier. L'arbre en acier a 0^m 30 de diamètre et 8^m 20 de longueur.

Le régulateur hydraulique, comme dans le cas de la turbine Voith, est alimenté d'huile sous pression, que fournissent (fig. 4, pl. III) deux pompes Escher Wyss, à commande électrique. Un réservoir à air, visible sur la figure, maintient la pression même en cas d'arrêt momentané.

Un dispositif de plaques de support à injection d'huile permet, ici encore, de supporter sans difficulté le poids des pièces mobiles.

Le rendement garanti est le même que pour la turbine Voith.

Ces deux machines, par leurs dimensions peu communes, constituent d'intéressantes applications d'un type aujourd'hui de plus en plus répandu.

Dynamos. — Les dynamos d'excitation, qui servent aussi à l'éclairage, sont excitées en dérivation; leur puissance unitaire est de 180 kilowatts sous 115 volts. Les carcasses sont en acier coulé. Le rendement aux essais a été voisin de 93 %.

Les deux alternateurs triphasés, de 2500 kilowatts chacun, comportent des couronnes inductrices à axe vertical de 5 mètres de diamètre. Les inducteurs ont 40 pôles et tournent à 150 tours; la fréquence du courant est de 50 périodes, la tension 5000 volts.

Le tableau est construit pour quatre alternateurs semblables, et pourvu des appareils usuels d'interruption et de mesure. Le couplage a été l'objet de dispositions spéciales dans le détail desquelles nous n'entrerons pas.

Les transformateurs, placés dans une grande salle située derrière celle des dynamos (fig. 3 et 4, pl. III), élèvent la tension à 20 000 volts. Les canalisations à haute tension sont installées sur charpentes métalliques avec isolateurs de grands modèles.

Canalisations. — Le réseau doit comprendre quatre lignes nord et une ligne sud. Dans la direction nord, on a déjà posé deux séries de poteaux supportant chacun trois fils de 50 millimètres carrés et destinés à en porter six. Cette ligne aboutit à Slemmestad en passant par Kristiania.

Sept sous-stations sont installées sur ce parcours; des transformateurs y ramènent la tension à 5000 volts, et d'autres, placés aux points d'utilisation, la réduisent à 150 volts.

Toutes ces installations électriques, dont une étude détaillée a paru dans la *Zeitschrift des Vereines deutscher Ingenieure*, ont été faites par la Société d'Électricité Schückert.

A. C.

AGRICULTURE

ÉTUDE GÉOMÉTRIQUE DES VERSOIRS A SURFACE RÉGLÉE

La charrue a toujours été considérée comme le premier instrument de l'agriculture. Le labour, qui par son étymologie *labor* implique l'idée du travail par excellence, a pour but de découper des bandes régulières de terre et de les retourner, sans nécessairement les rompre, afin d'aérer et d'ameublir la terre en vue de provoquer l'action des agents atmosphériques. Le retournement sert en même temps à l'enfouissement des graines et engrais et à la destruction des végétations parasites. Le brisement ou émottage doit être plutôt le résultat d'une opération ultérieure et indépendante du labour proprement dit.

Ces opérations du découpage et du retournement sont l'œuvre des pièces de charrue dites travaillantes : le *coutre*, ou couteau vertical déterminant une section verticale parallèle à la direction du labour; le *soc*, ou couteau horizontal détachant la bande de terre par une section horizontale ou parallèle au sol; le *versoir*, soulevant et retournant cette bande ou parallépipède de terre.

Nous laisserons de côté, dans cette étude consacrée à la recherche des conditions du meilleur rendement, le coutre et le soc, pour ne nous attacher qu'à la construction du versoir, pièce sinon la seule importante, du moins la plus difficile à établir d'une façon rationnelle.

THÉORIE DU VERSOIR. — Le versoir, comme il vient d'être dit, sert à soulever et à retourner la bande de terre découpée par le coutre et le soc.

Si c'est dans le but d'obtenir principalement l'aération, nous aurons le maximum en prenant : $l = h\sqrt{2} = 1,414h$, car alors le triangle MNO est isocèle (fig. 1).

Si nous voulons, au contraire, un retournement complet, comme

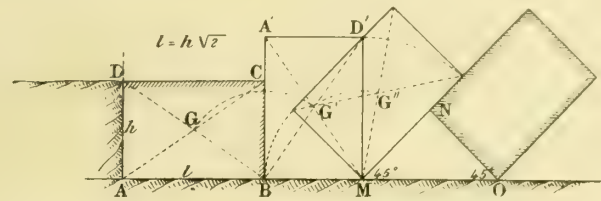


FIG. 1.

dans le cas du défoncement, nous devons théoriquement avoir $l = h$. Le côté MN du triangle rectangle isocèle MNO vient s'appliquer sur l'hypoténuse MO. Les plantes parasites ont alors les racines en l'air.

En pratique, on peut prendre l légèrement supérieur à h , soit, par exemple, $l = 1,2h$: le résultat sera à peu près le même par suite de l'émoussement des arêtes (fig. 2).

On prend généralement les rapports suivants : $l = \frac{3}{2}h$ pour les terres de moyenne consistance, $l = 2h$ pour le défrichement des prairies.

Nous admettrons ici le rapport $l = h\sqrt{2}$, nous conformant ainsi aux études déjà faites, afin de faciliter la comparaison des résultats.

Plus le rapport $\frac{l}{h}$ augmente, plus le centre de gravité G monte pour redescendre et remonter ensuite (fig. 1). Il y a là un travail mécanique inutile à éviter. D'un autre côté, si le rapport $\frac{l}{h}$ diminue, le travail du soc reste constant pour une même surface de labour et une hauteur h

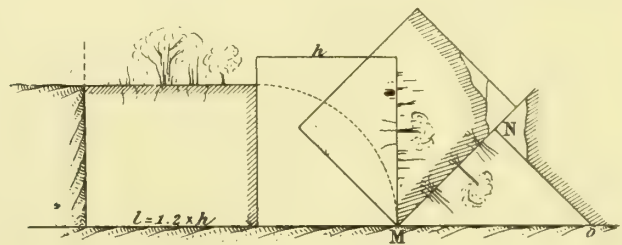


FIG. 2.

constante; mais le travail du coutre augmente, car les bandes sont moins larges mais plus nombreuses.

En présence de ces conditions contradictoires, le mieux est de ne considérer que le but à atteindre : soit le retournement complet, soit le maximum d'aération.

Remarquons encore, en faveur de la réduction du rapport $\frac{l}{h}$, que le centre de gravité, placé jusqu'ici généralement au centre de figure

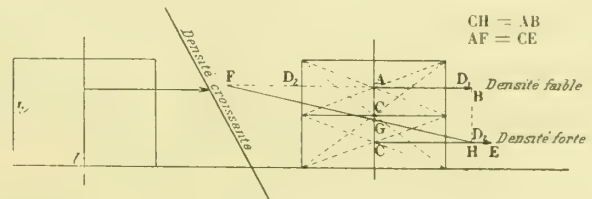
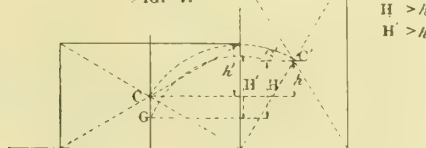


FIG. 3.

du prisme, n'est pas forcément en ce point. L'erreur n'est pas grande pour une profondeur courante du labour. Mais, dans le cas de défoncement, le centre de gravité se trouve plus bas que le centre de figure, soit que l'on suppose la densité de la terre croissant avec la

FIG. 4.



$H > h$
 $H' > h'$

de densité plus élevée. La distance verticale parcourue par G sera ici H, supérieure à h.

Or, plus le rapport $\frac{l}{h}$ augmente, plus le mouvement de montée et de

descente du centre de gravité s'accroît, en donnant un travail supplémentaire inutile.

Nous serions donc porté à admettre le rapport fixé, jusqu'à présent, entre les éléments l et h , comme un peu exagéré.

CONSTRUCTION DU VERSOIR. — Le versoir prend le prisme sous son grand côté l et lui imprime deux mouvements, l'un de redressement et l'autre de bascule ou de renversement. La surface du versoir, qui doit être en théorie une surface réglée, puisqu'elle doit soutenir successivement le côté l du prisme dans son mouvement, sera donc composée d'une partie antérieure, pour redresser, et d'une partie postérieure pour renverser.

La partie antérieure a, par conséquent, sa première génératrice horizontale et la dernière verticale. La partie postérieure peut continuer le mouvement de la partie antérieure ou reprendre le prisme par son petit côté h , comme le grand côté l a été pris dans le premier mouvement.

Nous aurons ainsi deux catégories de versoirs :

1° Les versoirs à deux parties distinctes : la première partie opérant sur le côté l , la deuxième sur le côté h , comme l'a préconisé Bella ;

2° Les versoirs à surface continue.

Ce sont les seuls versoirs pratiques, à cause de la difficulté d'assemblage, sur le même âge, de deux parties distinctes.

Nous mettrons de côté, dans notre étude comparative, tous les versoirs de formation non réglée. De plus, nous nous limiterons à ceux de construction purement géométrique.

Nous ne nous occuperons pas non plus des versoirs à surface cylindrique, provoquant la division en même temps que le retournement, estimant que c'est trop demander au même appareil, et qu'il est préférable de réserver l'ameublissement pour une opération ultérieure.

Les versoirs à surface réglée que nous prendrons comme types de comparaison sont :

1° Le versoir à tracé hélicoïdal de Lambruschini et Ridolfi ;

2° Le versoir paraboloïde hyperbolique de Jefferson ;

3° Le versoir paraboloïde hyperbolique conoïdal de Vernet.

Nous nous proposons, dans ce qui suit, de montrer les avantages du paraboloïde hyperbolique conoïdal, dont l'étude géométrique n'a pas encore été faite, et leur justification par comparaison avec les deux premiers types de versoirs, qui sont universellement connus.

La longueur totale du versoir a pour valeur 2,666 l , d'après les travaux de différents auteurs et notamment de Grandvoinet ; la longueur de la partie antérieure est 1,632 l pour les terres moyennement compactes.

Rappelons que la longueur de la partie antérieure dépend seulement du coefficient de frottement, tandis que la longueur de la partie postérieure dépend en outre du rapport $\frac{l}{h}$, puisqu'il s'agit de rotation.

Versoir hélicoïde. — Le versoir hélicoïde répond mathématiquement, d'une manière complète et satisfaisante, au moins théoriquement, à tous les desiderata, parce que : 1° les génératrices sont droites, de longueur constante, et normales à des directrices parallèles à la direction du déplacement ; 2° la rotation de la génératrice est uniforme, pour un avancement uniforme et rectiligne.

Le versoir hélicoïde est celui de Lambruschini, modifié par Ridolfi. Dans sa partie antérieure (*relèvement*), il est constitué par une surface hélicoïdale sans noyau, et sa partie postérieure (*retournement*) est formée par une surface hélicoïdale à noyau se raccordant avec la première.

Ce versoir hélicoïde, dont on ne peut guère s'écarter, est modifié, comme tous les autres, par une surface gauche, qui le raccorde avec le tranchant du soc.

Versoir paraboloïde hyperbolique, système Jefferson. — On peut demander à un versoir que la rotation aille d'abord en augmentant, pour diminuer ensuite. Le versoir est dit d'abord *agressif*, puis *atténué*. C'est le cas du versoir de Jefferson. Pour des avancements égaux sur l'axe, les écartements angulaires des génératrices vont en croissant, pour décroître ensuite très rapidement.

Comme l'a dit Grandvoinet : ce versoir est un demi-cône, dont l'arête, d'abord horizontale, recule en restant toujours dans un plan normal à un axe parallèle au mouvement de translation de la charrue ; le bout de droite de cette arête reste pendant toute la reculade sur l'axe même, tandis que l'autre bout, d'abord au niveau de l'axe, s'élève constamment.

On réalise ainsi l'ensemble d'un coin élevant la terre et d'un coin la poussant pour la renverser, idée reprise par Dombasle. Le versoir de Jefferson mérite cependant le reproche que sa dernière génératrice ne renverse pas assez le prisme pour qu'il tombe de lui-même.

Versoir paraboloïde hyperbolique conoïdal, système Vernet. — Prenons un conoïde (fig. 5), défini comme suit :

Soit une génératrice AC, parallèle à un plan directeur P, glissant d'une part sur une directrice curviligne, ici un arc de cercle CD, et,

d'autre part, sur une directrice rectiligne AB ; le conoïde ainsi formé sera le point de départ du versoir. Les deux directrices AB et CD sont dans des plans normaux au plan directeur P. Laissons la directrice CD en place, et prenons une nouvelle directrice rectiligne A'B', parallèle au plan directeur P. Nous formons ainsi une surface se rapprochant du paraboloïde hyperbolique. Entre les directrices AB et CD, nous aurons toute une série de directrices intermédiaires à rayons de courbure variant depuis une longueur déterminée jusqu'à l'infini.

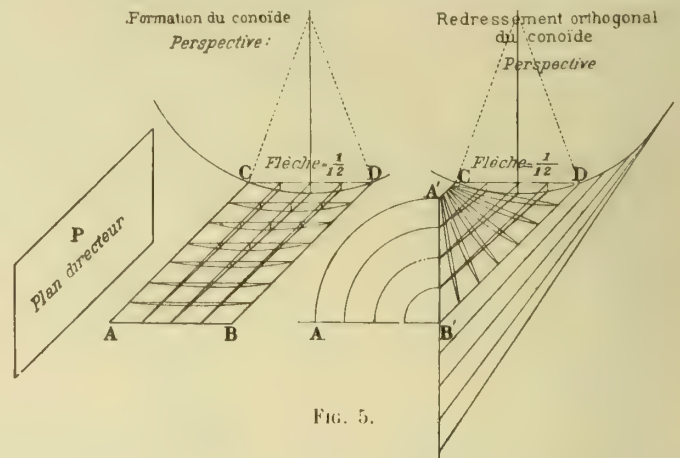


FIG. 5.

Nous dénommerons cette surface : paraboloïde hyperbolique conoïdal, ou mieux, d'origine conoïdale.

Une pareille surface nous permettra de dresser le prisme de terre sans le faire basculer, comme l'indique la figure 11.

Pour arriver au retournement de la bande de labour, il suffira de faire passer la directrice A'B' de sa position orthogonale (fig. 5) à la position A''B' (fig. 11). Le versoir est donc parfaitement défini par ses deux directrices et ses génératrices.

Comparaison des versoirs. — La comparaison de ces versoirs nécessite l'étude :

1° Du mouvement d'une même molécule de terre sur chaque surface ;

2° Du travail dépensé dans ce mouvement.

Dans le versoir hélicoïde, par exemple, tout se passe comme si, le versoir restant immobile, les éléments de terre s'élevaient en suivant des lignes parallèles tracées sur des cylindres concentriques à l'axe de rotation, la rotation étant continue et dans le même sens.

Soit une molécule A (fig. 6). Supposons la rotation F et la traction T uniformes. La résultante R des deux mouvements nous donnera le mouvement relatif de la molécule A, qui se fera sur un cylindre d'axe xy et de rayon r. La molécule A décrira donc une hélice, la résultante R faisant avec les génératrices un angle constant β .

Supposons maintenant que l'observateur soit entraîné avec le versoir ; il verra l'élément A s'élever sur sa trajectoire hélice comme sur un plan incliné, cette trajectoire pouvant être considérée comme droite pour un temps très court.

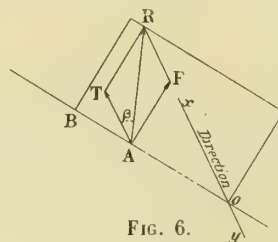


FIG. 6.

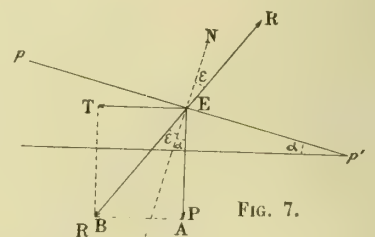


FIG. 7.

Soient (fig. 7) : pp' un élément de trajectoire.

T l'effort de traction,

R la réaction du plan faisant avec la normale EN un angle ϵ égal à l'angle de frottement.

Déterminons les conditions d'équilibre de l'élément E, de poids P.

Nous avons : $AB = AE \operatorname{tg}(\alpha + \epsilon)$,

$T = P \operatorname{tg}(\alpha + \epsilon)$.

La traction T croît avec $\operatorname{tg}(\alpha + \epsilon)$ et, pour $\alpha + \epsilon = 90$ degrés, $T = \infty$. En faisant, d'après Ridolfi, $\epsilon = 26^\circ 34'$, $T = \infty$ pour $\alpha = 63^\circ 26'$. Il faut donc toujours avoir $\alpha < 63^\circ 26'$, sinon la terre se briserait au devant du versoir.

Comme nous l'avons dit, la trajectoire d'un élément quelconque de terre sur le versoir est une hélice. L'ensemble de ces trajectoires forme la surface du versoir hélicoïdal. Dans la partie antérieure, la première génératrice est horizontale et la dernière verticale ; elle constitue donc un quart de spire de surface hélicoïdale.

Prenons sur la première génératrice horizontale un certain nombre

de points équidistants et faisons passer par ces points des surfaces cylindriques ayant pour axe l'axe de rotation; sur chaque cylindre, nous aurons une trajectoire hélice.

Sur la figure 8, nous avons pris, outre les points extrêmes, trois points intermédiaires, ce qui donne cinq trajectoires. Développons sur le plan horizontal ces cinq cylindres; les hélices se dérouleront suivant des droites convergentes.

En développement, ces hélices ayant le même pas et passant par le même point constituent des plans inclinés de même base mais de hauteurs différentes, depuis zéro jusqu'à $AB = l + \frac{\pi l}{2}$, l étant la largeur du labour.

Si en B nous formons l'angle ϵ égal à l'angle de frottement, et si nous portons $AC = l$, la distance CD parallèle à AO nous donnera la longueur minimum de la partie antérieure du versoir, soit, pour $\epsilon = 26^\circ 33' 58''$ (Ridolfi), $CD = 0,7854 l$.

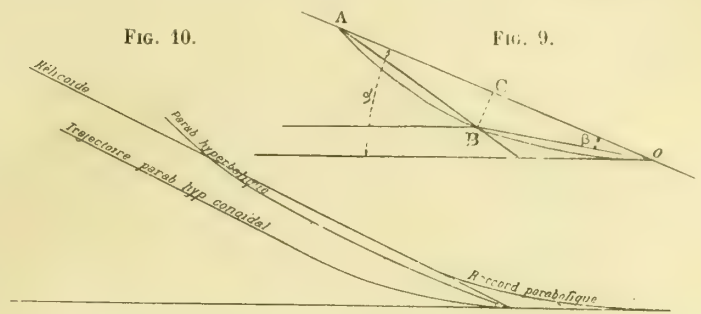
Remarquons que la traction va en augmentant sur les cinq plans choisis de AO en BO.

La résultante n'est donc pas au milieu, mais plus haut, contrairement à l'opinion générale.

Établissons maintenant le parallèle des trajectoires des versoirs

ensuite supérieure dans le versoir paraboloïde hyperbolique de Jefferson.

Dans le versoir du système Vernet, la trajectoire, toujours inférieure,



rieure, est d'abord adoucie ou atténuée pour devenir sensiblement droite et parallèle à la trajectoire hélicoïde.

Il est facile de démontrer que cette trajectoire droite réduit au minimum l'effort de traction.

En effet :

Soient OA un élément de trajectoire droite, et ABO une trajectoire curvi-

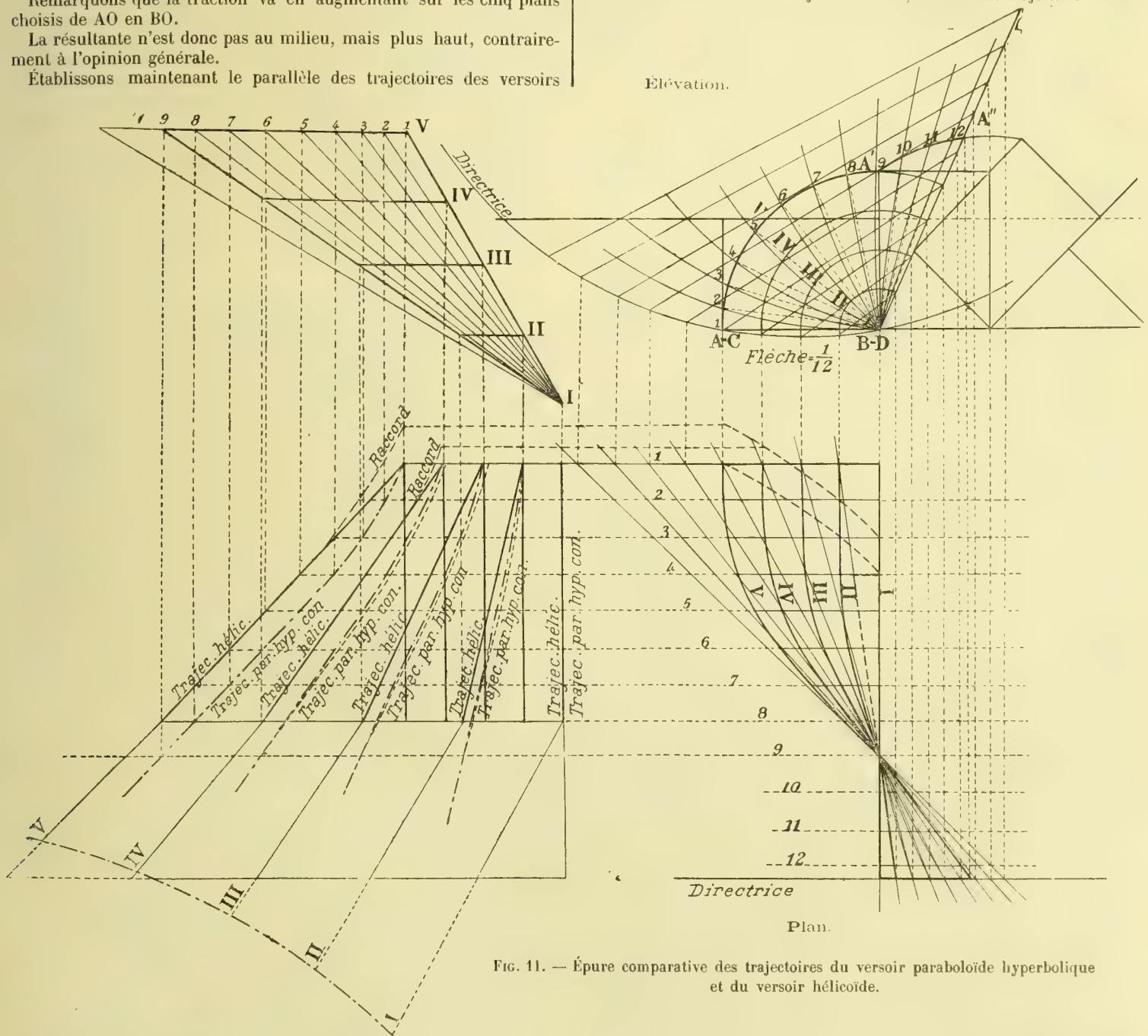


FIG. 11. — Épure comparative des trajectoires du versoir paraboloïde hyperbolique et du versoir hélicoïde.

Jefferson et Vernet par rapport à la trajectoire hélicoïde droite en développement.

Il suffit pour cela de prendre à la même échelle les hauteurs relatives des trajectoires pour des avancements équidistants.

Nos épreuves permettent de se rendre compte du procédé graphique employé; et nous constatons que, tandis que la trajectoire reste rigoureusement droite pour le système hélicoïde, elle est courbe et infléchie, d'abord inférieure et traversant la trajectoire droite pour lui devenir

ligne quelconque correspondante (fig. 9). Il faut démontrer que le travail nécessaire pour conduire le poids P de l'élément de terre de O en A sur la partie droite est inférieur au travail correspondant par la courbe OBA.

Pour monter de O en B l'effort nécessaire est :

$$t_1 = P \operatorname{tg} [(\alpha - \beta) + \epsilon]$$

P étant le poids de l'élément, et ϵ l'angle de frottement.

Pour monter de B en A :

$$t_2 = P \operatorname{tg} [\alpha - \beta + \epsilon],$$

soit un travail total pour la partie courbe :

$$T_1 = OB \times P \operatorname{tg} (\alpha - \beta + \varepsilon) + BA \times P \operatorname{tg} (\alpha + \beta + \varepsilon).$$

Le travail, suivant la partie droite, sera :

$$T_2 = AO \times P \operatorname{tg} (\alpha + \varepsilon), \text{ ou bien : } T_2 = 2 OB \cos \beta \times P \operatorname{tg} (\alpha + \varepsilon).$$

Nous aurons donc :

$$\frac{T_1}{T_2} = \frac{OB \times P [\operatorname{tg} (\alpha - \beta + \varepsilon) + \operatorname{tg} (\alpha + \beta + \varepsilon)]}{2 OB \cos \beta \times P \operatorname{tg} (\alpha + \varepsilon)},$$

$$\text{ou : } \frac{T_1}{T_2} = \frac{\operatorname{tg} (\alpha + \varepsilon + \beta) + \operatorname{tg} (\alpha + \varepsilon - \beta)}{2 \times \cos \beta \times \operatorname{tg} (\alpha + \varepsilon)}.$$

Faisons $\alpha + \varepsilon = A$:

$$\frac{T_1}{T_2} = \frac{\operatorname{tg} (A - \beta) + \operatorname{tg} (A + \beta)}{\cos \beta \times 2 \operatorname{tg} A}.$$

On démontre facilement que : $\operatorname{tg} (A - \beta) + \operatorname{tg} (A + \beta) > 2 \operatorname{tg} A$; de plus nous avons toujours $\cos \beta < 1$,

donc : $T_1 > T_2$.

La trajectoire droite est donc celle qui donne le minimum de traction.

La bande de terre, d'abord horizontale, doit se plier pour monter sur le versoir. Il est nécessaire de raccorder les hélices trajectoires avec la surface horizontale du soc, de façon que la rotation du prisme se produise dès le commencement du mouvement avec toute la régularité possible et sans transition brusque.

Théoriquement, ce raccord, réduit au strict nécessaire, devrait se faire au moyen d'une parabole (fig. 10).

Mais ce raccordement, qui se trouve, en fait, compris dans la trajectoire paraboloïde hyperbolique conoïdale, va modifier la trajectoire rectiligne du versoir hélicoïdal. Nous arriverons donc à ce résultat que les trajectoires du versoir hélicoïdal et du versoir Vernet sont sensiblement parallèles dans toute leur partie antérieure.

Dans la deuxième partie, les trajectoires, tout en restant rectilignes, perdent leur parallélisme. Les trajectoires hélicoïdales sont plus rapides et présentent un changement brusque de direction. Nous aurons donc dans les deux systèmes le même effort de traction dans la partie antérieure et un travail qui, dans la partie postérieure, paraîtrait inférieur pour le versoir Vernet. Nous pouvons donc conclure que, dans le sens longitudinal c'est-à-dire dans le sens du mouvement, les deux versoirs présentent les mêmes avantages.

Dans le sens transversal, la différence est notable : pour les versoirs hélicoïde et paraboloïde hyperbolique de Jefferson, les génératrices sont droites. Aux génératrices de ces deux versoirs correspondent, dans le versoir conoïdal, des directrices intermédiaires à courbure variant depuis un rayon déterminé jusqu'à un rayon infini. C'est-à-dire que la directrice la plus rapprochée du soc a une flèche de un douzième et que la directrice la plus éloignée est rectiligne.

Au début nous aurons donc une *saisie* plus vigoureuse du prisme de terre, avec une augmentation d'adhérence pour les terres plastiques. Nous aurons, au contraire, une diminution d'adhérence avec les terres fermes, non plastiques, car la face inférieure de la bande de terre découpée d'abord horizontalement par le tranchant du soc, se présentant sur le versoir, est saisie par ses extrémités avec vide dans le milieu.

Rappelons que l'adhérence est surtout nécessaire, dans une certaine mesure, avec les terres plastiques. MM. Grandvoinnet, Tresca, et d'autres auteurs ont bien fait remarquer que la génératrice concave (qui dans le versoir Vernet est une directrice intermédiaire) *facilite le retournement* toujours difficile avec les terres molles, le prisme ayant toujours tendance, dans le redressement, à revenir sur lui-même dans sa position première. Une fois la saisie du prisme faite et le mouvement de rotation commencé, le versoir Vernet comporte un redressement progressif des directrices intermédiaires, en harmonie avec le mouvement du prisme, qui facilite le dépouillement.

Un autre avantage que présente le versoir d'origine conoïdale et qu'il partage avec le paraboloïde hyperbolique, de Jefferson, est la continuité de la surface. Dans le versoir hélicoïde type, la surface est formée de deux parties raccordées, ce qui complique la construction, et incite le fabricant à la production d'un modèle unique ou très peu modifié; il faudrait, en effet, autant de modèles que de natures de terre. Nous savons déjà que la longueur de la partie antérieure est fonction du coefficient de frottement par rapport à la surface métallique du versoir, et que la longueur de la partie postérieure dépend non seulement du coefficient de frottement, mais encore du rapport existant entre les deux dimensions de la section droite de la bande de terre.

Le versoir d'origine conoïdale présente enfin plus de souplesse dans sa fabrication que le versoir hélicoïde. Il suffit, pour modifier le rapport des longueurs des deux parties du versoir et, par suite, le point de passage de la directrice intermédiaire verticale, de changer la position de la directrice rectiligne d'arrière. On y arrive aisément et d'une manière géométrique rigoureuse par un procédé particulier de fabrication.

Conclusions. — De tout cet exposé, nous sommes amené à conclure que :

1° Le versoir paraboloïde hyperbolique d'origine conoïdale absorbe le même travail à la traction que le versoir type hélicoïde ;

2° Les sections transversales à courbure variable donnent un travail progressif et méthodique facilitant la saisie du prisme de terre, son retournement et son dépouillement ;

3° La continuité de la surface et la facilité pratique de modifier la position des directrices, permettent de livrer des versoirs répondant au travail spécial de chaque terrain.

J. DUSFOUR,
Ingénieur des Arts et Manufactures.

VARIÉTÉS

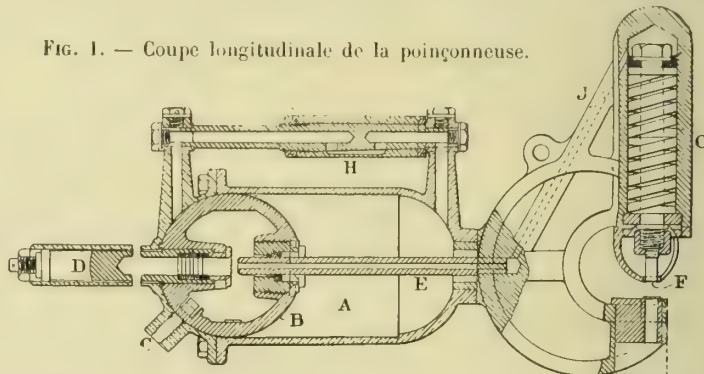
Poinçonneuse hydropneumatique portable.

La figure ci-dessous représente, d'après l'*Iron Age*, un des derniers modèles de poinçonneuses portatives du type Caskey, que la Chicago Pneumatic Tool Co fabrique depuis deux ans.

Le cylindre A est à fonds arrondis, correspondant exactement à la forme du piston sphérique B; C est l'ajutage par où se fait l'arrivée de l'air comprimé. Le piston B porte une queue D, coulisant dans un manchon cylindrique dont est muni le fond arrière du cylindre A. Le piston B et sa queue sont creux et remplis d'huile. Un tube creux E est fixé au fond avant et, pendant le mouvement du piston B, glisse dans un presse-étoupe, dont celui-ci est garni. Son diamètre extérieur est égal au diamètre intérieur de la queue D. Il fait communiquer, par le conduit J, logé dans le bâti, l'intérieur du piston B avec le cylindre G, dans lequel coulisce le piston actionnant le poinçon F.

Au moment où le piston B quitte la position de fin de course arrière

FIG. 1. — Coupe longitudinale de la poinçonneuse.



(représentée sur la figure), le tube E pénètre dans la queue, et l'effort total exercé sur toute la surface du grand piston B par l'air comprimé étant intégralement transmis sur le tube E agissant comme piston, la pression de l'huile dans celui-ci est égale à celle de l'air comprimé multipliée par le rapport des surfaces des deux piston ; c'est cette pression qui, agissant sur l'aire du piston du poinçon, fait exercer par celui-ci l'effort considérable requis pour le poinçonnage.

La transmission se fait par l'intermédiaire d'un ressort en spirale, et le volume du liquide déplacé est réglé par les positions relatives des différentes pièces en mouvement, de façon que le poinçon finit de percer la tôle juste au moment où le piston B arrive à fin de course. On évite ainsi tout gaspillage de l'air comprimé.

On remarquera que les deux faces du piston B peuvent être mises en communication en plaçant le manchon H dans une position convenable; dans ce cas, qui est celui de la figure, le piston B ayant la même pression sur ses deux faces, se déplace vers l'arrière puisque, à cause de l'inégalité de section du tube E et de la queue D, la surface active est plus grande à l'avant qu'à l'arrière; le ressort, qui surmonte le poinçon, agit d'ailleurs pour produire le mouvement dans le même sens.

Si on tourne maintenant le manchon H, on met la face avant en communication avec l'atmosphère, on isole donc la face arrière qui seule reçoit l'action de l'air comprimé, et la course avant qui, seule, correspond au travail utile de la machine, a lieu. La remise en place du manchon H dans la première position ramène le piston en arrière, en utilisant précisément pour cela l'air qui vient de servir au poinçonnage.

Un fonctionnement généralement peu économique est le principal inconvénient des machines mues par l'air comprimé. On voit que par cette disposition, la consommation de l'air est ici considérablement diminuée.

Il n'est pas nécessaire que l'huile remplisse exactement le piston; par construction, il n'y a pas communication de l'air comprimé avec les parties à haute pression tant que le niveau de l'huile ne descend pas au-dessous du sommet de la queue; à ce moment, il suffit d'introduire l'huile qui manque pour remettre l'appareil en bon état de fonctionnement.

La chaudière marine Miyabara.

A la réunion de la Société japonaise des Ingénieurs de la Marine, le vice-amiral Miyabara, Ingénieur en chef de la marine japonaise, a présenté un mémoire dans lequel il passe en revue les progrès réalisés dans ces dernières années par la flotte japonaise.

Il ressort de cette étude que la puissance totale de la marine de guerre japonaise exprimée en chevaux-vapeur a passé pendant la période 1891-1904, de 71 000 chevaux à 665 000; la progression est beaucoup plus rapide pour les grosses unités de combat que pour les torpilleurs.

Si l'on compare les caractéristiques principales des trente-deux plus fortes unités de la flotte, on peut constater qu'en général ces navires étant de construction récente ont une vitesse assez élevée et ont des vitesses sensiblement égales pour les navires d'un même type ou de types différents, mais destinés à évoluer ensemble.

Presque tous les navires de guerre sont pourvus de chaudières aquatubulaires genre Belleville. Un des modèles les plus récents est celui qui a été imaginé en 1895 par le vice-amiral Miyabara lui-même; cette chaudière appartient également au type aquatubulaire, mais elle diffère notablement, par plusieurs points, des chaudières marines du même genre.

La figure ci-dessous, empruntée à l'*Engineering*, en représente le dernier modèle, celui qui a été adopté pour le *Toyohachi*.

La chaudière est composée de plusieurs corps cylindriques en nombre

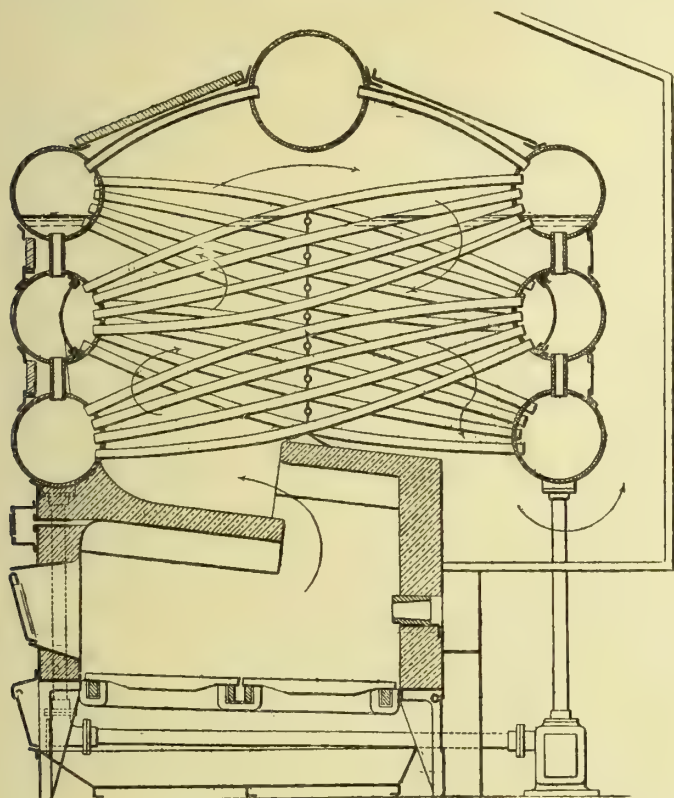


Fig. 1. — Coupe de la nouvelle chaudière de la marine japonaise.

variable et de diamètres croissants disposés parallèlement les uns au-dessus des autres en deux rangées verticales formant les parois du foyer. Ces corps cylindriques sont réunis l'un à l'autre par des tubes inclinés et centrés allant d'un corps cylindrique de droite par exemple au corps cylindrique de gauche, qui est à l'étage immédiatement au-dessus et ainsi de suite alternativement, de sorte que tout le système des tubes est traversé par les flammes.

Dans le corps cylindrique supérieur, l'eau se sépare de la vapeur et retourne au corps cylindrique inférieur situé du même côté. Le système peut être modifié et recevoir un collecteur de vapeur agissant aussi comme dessécheur et surchauffeur. C'est le cas de la figure.

On voit que, par ces dispositions, la circulation de l'eau et de la vapeur se faisant ensemble et dans le même sens dans les tubes de chauffe, la vitesse peut atteindre une très grande valeur, ce qui explique la puissance d'évaporation très élevée de cette chaudière.

De plus les sels précipités sont entraînés par la rapidité du courant et ne peuvent se déposer que dans les corps cylindriques d'où leur enlèvement est extrêmement facile. Cette chaudière serait en outre remarquable par sa simplicité, sa facilité de construction, sa robustesse et le prix peu élevé de sa construction.

La mise en service régulière de ces nouvelles chaudières ne date malheureusement pas d'assez longtemps pour qu'on puisse juger valablement de leurs qualités de résistance. Elle n'a guère été adoptée

définitivement par l'amirauté japonaise qu'en 1903. La plus longue expérience qui ait été faite avec le modèle actuel est celle d'un remorqueur qui, en service depuis deux ans, n'aurait, paraît-il, encore exigé aucun nettoyage intérieur des tubes.

Essai des inducteurs et des induits à l'aide de transformateurs.

La méthode d'essai qui consiste à créer, à l'aide d'un transformateur approprié, un champ alternatif autour d'un enroulement à essayer, se répand de plus en plus dans les ateliers de réparation de moteurs. Elle permet de localiser rapidement et très simplement les courts-circuits.

Si, comme l'indique la figure 1, on ferme, par le fer induit F d'un moteur, le circuit magnétique d'un transformateur T, les parties de l'enroulement situées entre les branches du transformateur sont le siège d'une force électromotrice, mais sans qu'aucun courant traverse l'enroulement, si l'isolement est bon. S'il existe quelque part un court-circuit, comme on l'a supposé dans la figure 1, sa présence sera décelée, d'une part par l'augmentation du courant primaire du transformateur T, d'autre part par l'échauffement de la section endommagée, enfin par la création en C (c'est-à-dire à 90 degrés environ du transformateur si le moteur est à 4 pôles) d'un champ qu'on pourra constater facilement par l'attraction d'un morceau de fer f.

La figure 2 indique, d'après le *Street Railway*, les dimensions d'un

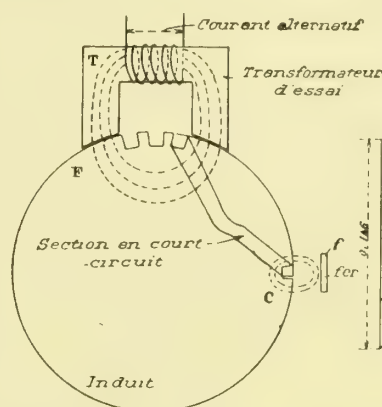


Fig. 1. — Schéma d'un essai avec transformateur.

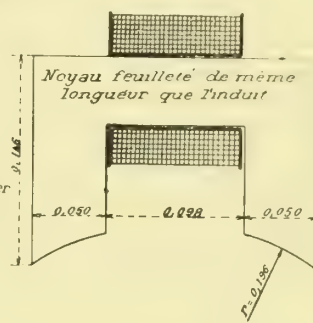


Fig. 2. — Section transversale d'un transformateur d'essai.

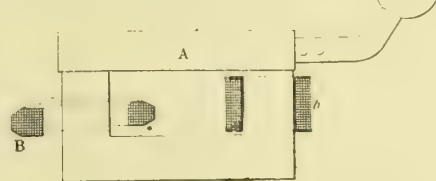
transformateur de ce genre, employé pour l'essai des induits de moteurs de tramways aux ateliers de la Saint-Louis Transit Co. L'appareil est suspendu à un palan qui permet de le descendre rapidement sur un induit. Il n'est pas nécessaire que les deux branches s'appliquent rigoureusement sur la surface du fer, et le même transformateur peut servir pour plusieurs dimensions d'induits. La bobine du transformateur comprend 28 tours de fil de 4^{mm} 1 et est alimentée par un alternateur de 8 kilowatts à 110 volts, 125 périodes. Cet alternateur est lui-même commandé directement par un moteur à courant continu à 500 volts.

L'induit à essayer est placé sur un chariot qu'on amène sous le transformateur d'épreuve. Ce dernier est alors descendu sur la surface de l'induit, et excité à l'aide d'un interrupteur placé à portée de l'opérateur. Celui-ci promène ensuite une pièce de fer doux dans la région située à 90 degrés de l'appareil : la présence d'un court-circuit se manifeste par l'attraction de cette pièce. Après avoir marqué à la craie la partie de l'induit comprise entre les branches du transformateur, l'opérateur tourne l'induit pour essayer la région voisine, et continue de la même façon jusqu'à ce que toute la surface se soit présentée entre les pôles du transformateur.

La figure 3 représente schématiquement un transformateur destiné

à essayer d'une façon analogue les bobines inductrices. L'armature supérieure A du transformateur, équilibrée par un contrepoids C, peut pivoter autour d'un axe. En soulevant cette armature, on peut introduire en B la bobine à essayer. L'autre branche du transformateur

Fig. 3. — Schéma du dispositif d'essai d'une bobine inductrice.



porte une bobine b, de 78 tours de fil de 4^{mm} 6. Au-dessus du transformateur se trouve monté un panneau qui porte un interrupteur et un ampèremètre. Ce dernier appareil indique immédiatement, par une élévation anormale du courant, tout court-circuit existant dans la bobine B.

SOCIÉTÉS SAVANTES ET INDUSTRIELLES

Société des Ingénieurs civils.

Séance du 6 mai 1904.

Présidence de M. H. COURIOT, Président.

M. Ed. CANDIOT présente une communication sur *les Progrès de l'industrie du ciment*.

Il rappelle les phases que cette industrie a traversées depuis la découverte du ciment Portland, en 1820, et indique en détail les opérations que comporte sa fabrication (1).

Depuis quelques années, le four rotatif tend à se substituer aux fours fixes. Ce système a été mis au point en Amérique, par un Français, M. P. Giron. Les fours américains ont généralement 18 mètres de longueur, 1^m 80 de diamètre, et sont chauffés au charbon pulvérisé.

En Europe, on a donné au four rotatif des dimensions plus grandes; la longueur a été portée jusqu'à 32 mètres, et le diamètre à 2^m 10. Le rendement des fours américains, qui était de 20 tonnes seulement par vingt-quatre heures, atteint 30 à 40 tonnes avec les fours de 32 mètres. En Amérique, d'ailleurs, on commence à construire des fours beaucoup plus grands encore, dont le rendement atteindrait plus de 100 tonnes par vingt-quatre heures.

Le four rotatif permet de supprimer une grande partie de la main-d'œuvre, mais, jusqu'à présent, il dépense plus de combustible que les fours fixes; avec ceux-ci, on arrive à cuire avec 18 % de combustible, tandis qu'avec le four rotatif il faut compter sur une dépense de 30 à 35 % de charbon.

La quantité de ciment fabriquée annuellement peut être estimée de 12 à 13 millions de tonnes; les États-Unis en produisent plus de 3 millions de tonnes, l'Allemagne 2,5 millions, l'Angleterre 1,5 million; puis viennent : la Russie, la France, l'Autriche, la Suisse, le Danemark, la Suède. On fabrique aussi du ciment Portland en Italie, en Roumanie, en Égypte, en Australie, en Nouvelle-Zélande, en Chine, au Japon, en Indo-Chine.

A. B.

Académie des Sciences.

Séance du 9 mai 1904.

Chimie. — *Sur une propriété des alliages étain-aluminium*. Note de M. Hector PÉCHEUX, présentée par M. J. Violle.

En plongeant dans l'eau distillée froide (à 13 degrés) une baguette d'alliage d'étain-aluminium dont on vient de limer la surface pour lui donner plus de poli, on obtient un abondant dégagement de gaz autour de la partie limée de la baguette. Le dégagement dure d'autant plus longtemps que l'usure à la lime a été plus longue; il s'arrête au bout de deux à trois minutes.

Ce phénomène est obtenu avec l'un ou l'autre des quatre alliages non cristallisables : Sn⁵Al, Sn³Al, Sn²Al, SnAl³. Le gaz recueilli est formé d'oxygène et d'hydrogène dans la proportion du mélange détonant.

L'auteur pense que la surface des baguettes, par suite du refroidissement brusque dans les moules légèrement humides, a dû être soumise à la trempe, ce qui a pu produire une véritable combinaison de l'étain et de l'aluminium mais à la surface seulement, tandis que les alliages étain-aluminium ne sont à l'intérieur qu'une juxtaposition des molécules des deux métaux.

Electrochimie. — *Remarques sur l'emploi des courants alternatifs en chimie et sur la théorie des réactions qu'ils déterminent*; par M. BERTHELOT.

L'auteur, à propos d'expériences récentes sur l'emploi des courants alternatifs en chimie, rappelle celles qu'il a faites autrefois et donne aussi leur interprétation; celle-ci semble d'ailleurs présenter un caractère général, applicable à une multitude de phénomènes, non seulement en électrolyse, mais aussi dans les réactions provoquées par l'effluve électrique.

Les réactions suivant lesquelles se fait l'attaque du platine par le cyanure de potassium avec formation de cyanure double sous l'influence des courants

alternatifs (1) forment une série parallèle à celle de l'attaque de l'argent par l'oxygène libre et le chlorure de sodium; la différence essentielle est que l'attaque de l'argent a lieu sans le concours d'énergies étrangères au système des corps mis en expérience, tandis que les énergies mises en jeu dans l'attaque électrolytique du platine sont susceptibles d'être fournies par le courant électrolytique, et cela suivant deux sens contraires par le courant alternatif.

M. Berthelot rappelle que les énergies développées sous l'influence du courant, ou sous celle de l'effluve, sont comparables : les unes et les autres étant susceptibles à la fois d'effectuer les travaux préliminaires qui déterminent les réactions exothermiques, ainsi qu'on l'observe dans l'oxydation des métaux et leur attaque par les acides.

Physiologie végétale. — *Résistance de certaines graines à l'action de l'alcool absolu*. Note de M. Paul BEQUEREL, présentée par M. Gaston Bonnier.

L'auteur a repris des expériences de Giglioli qui avait remarqué que des graines de luzerne et de trèfle artificiellement desséchées conservaient leur pouvoir germinatif, même après un séjour de seize années dans l'alcool absolu et dans des solutions alcooliques anhydres de bichlorure de mercure. Le taux des germinations obtenues était encore de 66 %. Ce savant attribuait la légère baisse du pouvoir germinatif à une dessiccation imparfaite, car il pensait que des graines rigoureusement desséchées conserveraient indéfiniment leur aptitude à germer.

L'auteur a opéré sur le blé, le pois, le haricot, le trèfle et la luzerne et conclut de ses expériences que le tégument de la graine humide permettant l'osmose est perméable à l'alcool absolu, tandis que s'il est desséché à un certain degré, les phénomènes d'osmose ne pouvant plus se produire, il est complètement imperméable à ce liquide anhydre. Par conséquent, dans cet état, s'il y a étanchéité parfaite du tégument, tous les poisons anhydres, bichlorure de mercure et autres toxiques qu'on pourra ajouter à l'alcool absolu, resteront sans effet sur le pouvoir germinatif.

Physique. — I. — *Dispositif permettant de rendre identiques les tubes à rayons X*. Note de M. d'ARSONVAL.

Il était jusqu'ici très difficile de se rendre compte rapidement et pratiquement de la qualité et de la quantité des rayons X émis par un tube et surtout de répéter, même à quinze minutes d'intervalle, une expérience dans des conditions identiques. Pour comparer entre elles les quantités de rayons émis, M. Gaiffe a pensé que le procédé le plus simple était de mesurer l'intensité du courant circulant dans le tube. Il a donc construit spécialement un milliampèremètre, type d'Arsonval, très sensible, et s'en est servi pour les expériences que décrit l'auteur et dont le résultat est donné par plusieurs clichés radiographiques. Chaque groupe de clichés a été fait sur une seule plaque pour éliminer les différences pouvant provenir soit de l'émulsion, soit du développement.

Les radiographies faites avec le même tube, le même temps de pose, les mêmes constantes électriques à des intervalles de temps considérables, montrent que la quantité et la qualité des rayons X émis étaient les mêmes. Pour un appareillage donné on peut toujours ramener un tube dans des conditions de fonctionnement déterminées; il en résulte qu'on peut maintenir un tube dans le même état de fonctionnement aussi longtemps qu'il est nécessaire.

L'emploi du milliampèremètre permet aussi de faire fonctionner un tube à différents régimes sans que son degré de vide change. Il résulte de l'ensemble de ces essais qu'on peut toujours, en employant des appareils de mesure électriques convenablement disposés, se remettre dans des conditions déterminées de fonctionnement d'un tube.

Il en résulte aussi que les qualités d'un tube sont suffisamment déterminées par la mesure de l'intensité moyenne de courant qui le traverse, et par son degré de pénétration, et que tout radiographe peut répéter, d'une façon absolument certaine, une expérience ainsi caractérisée.

II. — *Sur le point de fusion de l'or*. Note de M. Daniel BERTHELOT, présentée par M. Becquerel.

L'auteur rappelle ses expériences antérieures et d'autres plus récentes de Holborn et Day, Jaquerod

et Perrot ayant permis de fixer le point de fusion de l'or à 1 065 degrés à ± 2 degrés près (1).

III. — *Action des anesthésiques sur les sources de rayons N*. Note de M. Jean BEQUEREL.

M. Édouard Meyer a montré récemment que les végétaux soumis à l'action du chloroforme perdent en grande partie la propriété d'émettre des rayons N, propriété qui semble fonction de l'activité nutritive des végétaux ou de leur évolution. Cet effet des anesthésiques est plus général et peut se manifester non seulement sur les corps organisés, mais aussi sur les corps inorganiques; c'est ainsi que diverses sources de rayons N, comme le sulfure de calcium, le sable insolé ont leur émission suspendue par l'action des anesthésiques (chloroforme, éther, protoxyde d'azote).

Le rapprochement entre les effets observés avec la matière inerte et la matière vivante montre l'importance qu'il y aurait à rechercher si le rôle des anesthésiques dans les organismes vivants, végétaux et animaux, se borne uniquement à modifier l'émission des rayons N; et si cela était démontré, il résulterait des effets d'anesthésie que le rayonnement N constitue l'un des phénomènes primordiaux de l'activité vitale.

Physique mathématique. — *Pouvoir refroidissant d'un courant fluide, faiblement conducteur, sur un cylindre indéfini de section droite quelconque et dont l'axe est normal au courant*. Note de M. J. BousSINESQ.

Après avoir exposé les conditions analytiques du problème, l'auteur étudie les conséquences qu'on en peut tirer dans les cas où : 1° l'excès de température du cylindre sur le courant est constant; 2° la section droite du cylindre est une ellipse.

Radioactivité. — *Sur la radioactivité des gaz qui se dégagent de l'eau des sources thermales*. Note de MM. P. CURIE et A. LABORDE, transmise par M. Potier.

Des travaux récents ont montré que les gaz de l'atmosphère, ceux extraits du sol ou des eaux de source possèdent une certaine conductibilité électrique et provoquent la radioactivité induite. Ces effets proviennent d'ailleurs de la présence dans les gaz d'une émanation analogue à celle que dégage le radium. La radioactivité des gaz conservés en vase clos diminue en effet de moitié en quatre jours.

Les auteurs ont étudié la radioactivité des gaz qui se dégagent spontanément au griffon d'un grand nombre de sources et cherché à faire des déterminations quantitatives de façon à pouvoir comparer les résultats obtenus dans diverses recherches.

Le courant électrique s'établit dès l'introduction du gaz dans le récipient de prise d'échantillon; il augmente ensuite assez rapidement pendant quelques heures par suite de la formation de la radioactivité induite sur les parois de la boîte. Le courant décroît ensuite lentement et généralement, à partir de vingt-quatre heures après l'introduction du gaz, la loi de décroissance est celle de l'émanation du radium.

Les auteurs, sans vouloir tirer une conclusion au point de vue du rôle possible que jouerait la radioactivité dans les actions physiologiques des eaux minérales font seulement remarquer que la quantité d'émanation du radium trouvée qui produirait le même effet que l'eau des sources observées est en général excessivement faible; si on laissait séjourner constamment en vase clos du bromure de radium avec 1 litre d'air, il suffirait de 0^{ms} 003 de ce sel pour lui donner la radioactivité trouvée pour les gaz très riches de Plombières, source Vauquelin. Toutefois, ils font remarquer que les gaz provenant de Badgastein (Autriche), dix fois plus riches que ceux provenant de Plombières, et aussi ceux de Plombières et de la région des Vosges sont les plus actifs; ces sources sont, d'autre part, classées dans la catégorie des sources indéterminées parce que leur composition chimique ne permet pas de prévoir leur action sur l'organisme; et l'on peut se demander si l'action spéciale attribuée à ces eaux n'est pas due à leur radioactivité.

Enfin la perte d'activité avec le temps est en accord avec l'affirmation souvent faite que certaines eaux minérales perdent avec le temps leurs propriétés.

A. B.

(1) Ces diverses opérations ont été tout récemment étudiées en détail dans le *Génie Civil* (t. XLIV, n° 4, p. 36; n° 5, p. 68, et n° 6, p. 88).

(1) Voir le *Génie Civil*, t. XLV, n° 2, p. 30. (*Comptes rendus de l'Académie des Sciences*.)

(1) Voir le *Génie Civil*, t. XLV, n° 1, p. 13. (*Comptes rendus de l'Académie des Sciences*.)

BIBLIOGRAPHIE

Revue des principales publications techniques.

CHEMINS DE FER

Les moyens de transport à Berlin et à Paris. — M. JACQUIN étudie, dans la *Revue électrique*, des 30 mars et 15 avril, les moyens de transport actuels existant à Berlin et à Paris.

Berlin, comme configuration, ressemble beaucoup à Paris et en a à peu près la superficie (6 337 hectares). On y retrouve toutes les gares de Paris dans des positions presque identiques, à l'exception de nos gares de l'Est et de la Bastille qui n'ont pas d'équivalent.

Depuis 1877, la capitale allemande possède également une ligne de Ceinture, à vapeur (Ringbahn), qui a été complétée, en 1882, par une ligne transversale est-ouest, en viaduc de 12 kilom., dénommée Stadtbahn (chemin de fer métropolitain). Cette dernière ligne, utilisant aussi la vapeur pour la traction des trains, est parcourue non seulement par des trains de grandes lignes et de banlieue, mais encore par des trains métropolitains. Elle forme avec les deux arcs de l'ellipse du chemin de fer de Ceinture, deux circuits semi-elliptiques fermés (1) : le premier, constitué par la Ceinture-Nord et la Stadtbahn, est parcouru dans les deux sens par des trains circulaires; une autre série de trains circulaires circule dans les deux sens sur le circuit formé par la Ceinture-Sud et la Stadtbahn, mais avec pénétration dans la gare de Potsdam-Ceinture qui sert de point de départ et d'arrivée des convois. Enfin, la Stadtbahn est parcourue en navette par des trains allant seulement de Charlottenbourg à la gare de Silésie.

La demi-ellipse nord, étant très aplatie, se trouve très bien desservie; il n'en était plus de même de la demi-ellipse sud. Pour y remédier on a créé, en 1902, le chemin de fer électrique métropolitain (2) qui partage la demi-ellipse sud presque par moitié dans la direction est-ouest sur une longueur de 8^{km} 7 avec une pénétration de 1 150 mètres jusqu'à la gare de Potsdam; un prolongement souterrain à l'ouest, aboutissant à la Wilhelm Platz, est sur le point d'être achevé et un autre, à l'est, allant rejoindre la Stadtbahn à Alexander Platz est projeté.

L'auteur passe ensuite en revue les voies métropolitaines en service, en construction et en projet à Paris, et compare les deux métropolitains aux points de vue du souterrain, des trains et des voitures.

Après avoir dit quelques mots sur les lignes de tramways qui sillonnent les deux capitales, il termine son étude par l'examen des voitures de place utilisées à Paris et à Berlin. Dans cette dernière ville, tous les fiacres à chevaux sont munis d'un compteur kilométrique dénommé *taxameter* dont le fonctionnement ne donne lieu à aucune critique ni de la part du cocher ni de la part des voyageurs. Le tarif ordinaire est de 60 pfennigs (0 fr. 75) de 0 à 1 kilom. et de 20 pfennigs (0 fr. 25) par demi-kilomètre en plus. M. Jacquin estime que c'est dans cette voie que les loueurs de voitures parisiens devront entrer s'ils veulent faire cesser les baisses de recettes causées dans ces dernières années par la concurrence du Métropolitain et des tramways mécaniques.

En résumé, d'après l'auteur, si depuis un certain nombre d'années Londres et Berlin ont fait des progrès sur les moyens de transport, Paris n'est pas resté en retard et se trouve actuellement aussi bien desservi que ces deux capitales; il le sera même mieux lorsque le réseau du Métropolitain sera achevé.

La construction des locomotives en Amérique.

— La caractéristique des locomotives américaines est, depuis longtemps déjà, la puissance de leurs vastes chaudières surélevées. Les voies usuelles, en rails de 36 kilogr. ne supportant guère que des charges de 12 tonnes par essieu, il a fallu accroître de plus en plus le nombre des essieux moteurs.

Les machines à 2/5 et 3/5 essieux couplés sont affectées au service voyageurs; les locomotives *Consolidation*, à 4/5 essieux couplés, au service marchandises; les machines *Mogul*, à 3/4 essieux couplés, au service mixte.

Les chaudières atteignent le diamètre de 1^m 80, avec 250 et même plus de 300 mètres carrés de surface de chauffe, et 3^m 5 à 5 mètres carrés de surface de grille. L'emploi des fines d'anthracite, qui se développe dans les États de l'Est, exige de vastes grilles, allant jusqu'à 7 mètres carrés de superficie. Ces dimensions considérables entraînent une surélévation de l'axe de la chaudière qui peut alors être placé jusqu'à 2^m 90 au-dessus du rail.

Les machines compound à quatre cylindres, type Vaucrain, sont construites par les ateliers Baldwin, mais les ateliers de Shenectady (American Locomotive Co) en construisent dont les cylindres sont montés en tandem, avec distribution unique. D'autres locomotives ont un cylindre H. P. et un cylindre B. P.; les dimensions de ce dernier atteignent parfois 0^m 90 de diamètre et 0^m 80 de course, pour certaines machines à marchandises.

Les tenders portent habituellement 9 tonnes de charbon et 20 mètres cubes d'eau. Le remplissage des soutes d'eau en marche est usuel. Ils sont montés sur 2 bogies à 2 essieux.

Le poids en ordre de marche des locomotives arrive parfois à 90 tonnes, dont 60 à 70 tonnes de poids adhérent; les tenders pèsent 50 à 60 tonnes.

M. FUCHS étudie, dans la *Zeitschrift des Vereines deutscher Ingenieure*, des 19 mars, 26 mars et 16 avril, les détails de la construction actuelle de ces machines, après avoir résumé dans un tableau très étendu les caractéristiques d'un certain nombre de types des grandes Compagnies.

Il passe successivement en revue les chaudières (New-York Central Railroad et Vanderbilt), les cylindres, les châssis, les essieux, les bogies, la suspension, l'appareil moteur et le montage, soit en ce qui concerne les plans, soit en ce qui a trait à l'exécution. Il reproduit aussi, à titre documentaire, les spécifications d'une locomotive de l'Illinois Central Railroad.

Les chaudières en tôle ondulée, du type Vanderbilt, sont décrites avec assez de détails: la première machine qui en fut pourvue circula sur le New-York Central Railroad dans l'été de 1899; une autre fut construite en 1900 par les ateliers Baldwin pour l'Union Pacific Railway. Ce système semble, d'après l'auteur, se répandre assez rapidement en Amérique.

CHIMIE INDUSTRIELLE

Les analyses agricoles par volumétrie gazeuse. — La méthode par volumétrie gazeuse constitue le meilleur procédé de dosage pour l'agriculture, qui ne réclame point, en vue des besoins de sa pratique, et même souvent de l'épreuve de ses théories, une précision extrême. A l'égard des matières pauvres, une approximation d'une unité de pourcentage de l'élément utile ou nuisible suffit souvent. Qu'une terre tienne 10 % ou 9 % de calcaire, qu'un moût de raisin titre de 11 ou 12 degrés d'acide tartrique, peu importe au viticulteur. Qu'un sulfate de potasse titre 45 ou 47 degrés commerciaux en K₂O, le prix, l'usage de l'engrais, les doses à répandre ne se modifieront guère. Or, avec un peu d'adresse et d'habitude, on obtient sans peine des résultats serrant de beaucoup plus près la vérité.

M. A. de SAPORTA décrit, dans la *Revue générale des Sciences*, du 15 avril, les appareils agricoles qui permettent d'effectuer rapidement ces analyses.

Imagines primitivement pour le dosage rapide du calcaire dans les terres et surtout en vue de l'adaptation des vignes américaines calcifuges, les appareils de M. Trubert et de M. Bernard lui semblent surtout recommandables comme pouvant, soit tels quels, soit après de légers perfectionnements, se plier à divers emplois dosimétriques assez variés. Il montre comment ils peuvent être utilisés dans la calcimétrie, dans l'azotométrie, dans la détermination de l'acidité des moûts, vins et boissons fermentées en général.

L'auteur montre également comment il est possible d'utiliser le dosage par volumétrie gazeuse pour la détermination de la richesse commerciale d'un vin en tartres et en lies, et pour le dosage de la potasse ou du cuivre. Ces deux derniers éléments s'étaient montrés jusqu'à présent rebelles à tout dosage de ce genre. Pourtant il importait beaucoup à l'agronome de pouvoir contrôler la richesse de ses engrais à base de potasse ou bien de se rendre compte de la proportion réelle de cuivre, soluble ou non, renfermée dans ses poudres anticryptogamiques. Le dosage du cuivre par cette méthode est cependant assez difficile; de plus, le prix du réactif employé, le sulfate d'hydrazine, est assez élevé.

CONSTRUCTIONS CIVILES

Les ateliers de fabrication de la Société de la machine à écrire Smith Premier, à Syracuse (États-Unis). — L'*Engineering Record*, des 5 et 12 mars, décrit la construction et l'aménagement des nouveaux ateliers de fabrication et de montage dont la Société de la machine à écrire Smith Premier, vient d'achever l'installation à Syracuse (État de New-York). Ces nouveaux ateliers sont situés très près de l'emplacement de ses anciens ateliers devenus insuffisants pour la production de 100 machines par jour, taux auquel la fabrication actuelle était arrivée. Les nouveaux ateliers pourront fabriquer 150 machines par jour.

Les ouvriers y jouiront du confort; de l'espace et de la lumière qui faisaient défaut aux anciens ateliers.

Les bâtiments sont d'un seul tenant, ils se composent d'un corps principal de 116 mètres de longueur sur 17^m 70 de largeur à sept étages qui constitue les ateliers proprement dits et de trois parties adossées au bâtiment précédent renfermant les lavatoires, escaliers et ascenseurs.

L'étude comprend une description de la construction elle-même, qui est du type *fireproof*, à colonnes intermédiaires sous murs de refend; puis celle de l'installation des nombreuses machines-outils que nécessite la fabrication des différents organes d'une machine à écrire. D'une façon générale, les différentes parties de la machine progressent de bas en haut, au fur et à mesure qu'elles sont ajustées et assemblées les unes aux autres.

Un grand nombre de ces machines ont été imaginées et construites par la Société elle-même.

Les chaudières et machines motrices sont installées dans un bâtiment distinct réuni au bâtiment des ateliers par une passerelle couverte. La transmission d'énergie se fait électriquement; des moteurs électriques, placés dans les ateliers, reçoivent le courant de l'usine génératrice et commandent par courroies toute une série de machines-outils identiques.

Une particularité de cette installation, c'est que la vapeur d'échappement provenant des moteurs de l'usine génératrice sert, par sa condensation, à élever la température de l'eau qui est envoyée dans les canalisations de chauffage de tous les ateliers. A cet effet, la vapeur d'échappement passe dans deux chauffeurs tubulaires plongés dans l'eau de la canalisation de chauffage; après ce passage, la vapeur qui reste est condensée totalement dans un condenseur ordinaire à mélange.

Le système de chauffage et l'installation électrique, soit pour la transmission de l'énergie, soit pour l'éclairage, font l'objet de descriptions spéciales et détaillées.

CONSTRUCTION DES MACHINES

Fabrication et emploi de l'acier pour outils à grande vitesse de coupe. — L'*Engineer*, du 11 mars, donne un extrait d'un mémoire lu récemment par M. J. M. GLEDHILL, de la firme Armstrong et Whitworth, à la Coventry Engineering Society, et dans lequel sont étudiés plus particulièrement les aciers au creuset, leur fabrication par les procédés modernes, et leurs usages.

L'auteur montre d'abord la nécessité de fabriquer ces aciers avec des minerais de bonne qualité, et expose les difficultés qu'il y a à obtenir un acier présentant les propriétés désirées, même avec un bon minerai, puis il rappelle la composition et les différentes trempes des aciers, selon la nature du travail demandé à l'outil, et décrit l'opération de la fusion au creuset, la préparation des barres de différentes formes pour les différentes sortes d'outils, leur forgeage, leur recuit, leur examen.

Il passe ensuite à la question plus spéciale des outils à grande vitesse de coupe, et montre quel changement et quels progrès a produit l'introduction des aciers nouveaux dans les ateliers; aciers pouvant supporter des températures très supérieures à 1 200 degrés sans craindre d'être brûlés, alors qu'auparavant il ne fallait pas dépasser 800 à 900 degrés. De même aujourd'hui, on peut atteindre des vitesses de coupe de 120 mètres par minute, alors qu'autrefois on ne pouvait dépasser 15 mètres. Il cite de nombreux exemples des progrès qui ont pu déjà être réalisés grâce à ces grandes vitesses, et indique dans quelles voies doivent être faites les recherches en vue d'améliorer la situation pleine d'avenir de l'industrie de ces aciers spéciaux, et de l'aide mutuelle que doivent se donner les chimistes micrographes et les maîtres fondeurs dans ces recherches d'ordre tout scientifique.

(1) Voir le *Génie Civil*, t. XL, n° 20, p. 324.

(2) Voir le *Génie Civil*, t. XL, n° 24, p. 337, et t. XLI, n° 3, p. 33.

ÉLECTRICITÉ

Prédétermination de la régulation d'un transformateur. — L'effet des fuites magnétiques, dans un transformateur travaillant sur charge inductive, peut être assimilé à l'addition d'une inductance extérieure L , en série avec le primaire. Cette inductance étant connue, il est facile d'étudier graphiquement la chute de tension.

Si l'on appelle x et y les épaisseurs des deux enroulements, g l'intervalle qu'ils laissent entre eux, λ la longueur moyenne d'une spire, et $\frac{l}{2}$ la longueur d'un des enroulements, on a :

$$L = 4\pi n^2 \frac{\lambda}{l} \left(\frac{x+y}{3} + g \right),$$

n étant le nombre de tours primaires.

M. E. G. REED indique, dans l'*Electrical World*, du 12 mars, l'application de cette méthode, et en donne des exemples se rapportant à des transformateurs industriels.

MÉTALLURGIE

Les nouveaux laminoirs à verge de tréfilerie des usines de Differdange. — Le *Stahl und Eisen*, du 1^{er} avril, donne les plans d'une installation de trains à machine récemment mise en service aux usines de Differdange. La commande en est obtenue au moyen d'un moteur à deux cylindres à gaz de hauts fourneaux, à double effet, du système Kœrting, qui développe 2 400 chevaux indiqués. Cette commande est transmise aux différents trains par l'intermédiaire de câbles. Pour une vitesse de 100 tours du moteur, le premier train ébaucheur fait 146 tours, le deuxième 282; le premier train finisseur 464, et le deuxième 606 tours.

Le premier train ébaucheur se compose de trois cages dont les cylindres ont 0^m 42 à 0^m 45 de diamètre; le deuxième train, également à trois cages, n'a que des cylindres de 0^m 32 à 0^m 35. Les deux trains finisseurs ont chacun quatre cages, avec des cylindres de 0^m 24 à 0^m 28. Tous les cylindres peuvent être manœuvrés et réglés au moyen de vis appropriées.

Chaque cage est fermée entièrement, et les trèfles des cylindres paraissent seuls à l'extérieur du bâti. Le graissage des paliers est assuré par des dispositions spéciales.

L'auteur compare ces dispositions à celles qui étaient généralement usitées auparavant et en fait ressortir les avantages d'exploitation.

Il termine en indiquant la marche des opérations, le réchauffage des billettes, dans un four où elles sont poussées peu à peu par un dispositif à commande électrique, et, glissant sur des tubes à circulation d'eau, traversent le four de bout en bout, puis arrivent au train dégrossisseur par un chemin à rouleaux, et s'engagent successivement dans les différents trains.

PHYSIQUE INDUSTRIELLE

La valeur de la flamme des combustibles. — M. P. MAHLER étudie, dans la *Revue universelle des Mines*, de janvier, la valeur de la flamme d'un combustible, qu'il mesure par le degré thermométrique auquel s'élèverait le résidu gazeux de la combustion, en supposant qu'il soit échauffé par toute la chaleur due à cette combustion et uniquement par celle-là. Il faut admettre aussi que la combustion est complète et qu'elle est réalisée à l'aide de l'air, sous la pression atmosphérique toujours à peu près constante, comme cela a lieu sur la plupart des grilles.

Cette définition se rapproche autant que possible des conditions industrielles; mais, en fait, la température de combustion est un chiffre théorique définissant une limite que la pratique industrielle ne saurait atteindre.

L'auteur rappelle la méthode, déjà ancienne, qu'il a suivie pour la détermination de la température de combustion; elle peut rendre, en effet, des services aux Ingénieurs dans l'examen du fonctionnement des fours, du rendement des moteurs à gaz, du calcul de la température de détonation d'un explosif, etc. Il montre ensuite comment, avec sa méthode, on peut déterminer la température de combustion de l'hydrogène, d'une tourbe, puis d'une houille. L'ayant appliquée au calcul de la valeur de la flamme d'un certain nombre de combustibles, il lui semble résulter des chiffres obtenus, que 2 000 degrés représentent, en nombre rond, la

température de combustion théorique d'un combustible quelconque d'origine végétale.

L'examen des chiffres réunis par M. Mahler montre que de deux combustibles, celui qui a le plus grand pouvoir calorifique n'est point nécessairement celui qui émet la flamme la plus chaude.

La flamme de l'essence de pétrole est relativement froide; la flamme de l'échantillon de tourbe paraît plus chaude que celle de houille du Treuil, dont le pouvoir calorifique est excellent.

Cela n'enlève rien, d'ailleurs, aux bonnes houilles, des avantages que leur assure un haut pouvoir calorifique, voire même de leur valeur, puisque la flamme utilisable d'une houille est beaucoup plus volumineuse que celle d'une tourbe, matière très oxydée et dont la combustion demande très peu d'air.

RÉSISTANCE DES MATÉRIAUX

Appareil pour l'essai des matériaux par la méthode de Brinell. — M. OHNSTEIN décrit, dans le *Stahl und Eisen*, du 1^{er} avril, une presse hydraulique, du système Huber, destinée à faciliter l'essai de Brinell sur les matériaux, et notamment les pièces métalliques. On sait que, dans cette méthode, la dureté du métal est déduite de la pénétration d'une bille d'acier, soumise à une pression donnée, dans l'éprouvette.

L'appareil Huber comporte une vis verticale, très solide, et manœuvrée à l'aide d'un double levier; à son extrémité inférieure, un piston s'engage dans un petit cylindre et transmet la pression, par l'intermédiaire du liquide (mélange d'huile et de pétrole), au grand piston, qui glisse dans l'enveloppe même de l'appareil, et qui porte la bille d'acier ou tout autre outil approprié aux expériences. Un manomètre indique la pression. Cet appareil, très compact et peu encombrant, peut développer des efforts de 60 à 80 tonnes, et ne pèse que 55 kilogrammes.

TRAVAUX PUBLICS

Les nouveaux ponts sur le Rhin et le Main, près de Mayence. — Deux ponts métalliques considérables, qui traversent le Rhin et le Main aux environs de Mayence, et qui donnent passage aux voies de chemins de fer prussiens et hessois, viennent d'être inaugurés, le 1^{er} mai, par l'empereur d'Allemagne et le grand-duc de Hesse. La jonction entre les lignes de la rive droite et de la rive gauche du Rhin se trouve ainsi assurée par une seconde traversée du fleuve, celle-ci située en aval de la ville, et divers raccordements à une ou deux voies font communiquer entre elles toutes les directions.

Le pont sur le Rhin, qui est de beaucoup le plus important, comporte deux séries de travées en arc, traversant les deux bras du fleuve, et reliées par six travées en poutres droites à treillis, à tablier supérieur. Les travées en arc à trois membrures (trois pour le grand bras, deux pour le petit bras), supportent le tablier par des tirants en fers profilés, comme au pont de l'île de Cygnes (1) à Paris (ligne de Courcelles au Champ-de-Mars). Les travées de rives s'appuient, de chaque côté, sur deux arches en maçonnerie, qui forment voie charretière et sont noyées en temps de crue. La longueur totale du pont est de 915 mètres; les plus grandes portées sont de 116^m 80. Il y a, en tout, seize piles, la plupart fondées à l'air comprimé.

Des deux côtés du tablier principal, ont été ménagés, en dehors des poutres, des passages pour piétons. La pose des voies est, d'ailleurs, faite de sorte que les équipages militaires puissent utiliser le pont tel qu'il existe, à la première alerte, car il répond à une nécessité stratégique aussi bien que commerciale.

Aux extrémités de chacun des bras du fleuve s'élèvent des portiques monumentaux, donjons à tourelles, avec une importante décoration. La dépense s'est élevée à 5 200 000 marks.

Le pont sur le Main se compose de quatre travées en arc, du type décrit ci-dessus, deux de 82^m 60 et deux de 57 mètres (travées de rives). Il se prolonge, d'un côté par une arche en maçonnerie, de l'autre par neuf arches semblables, de 23^m 50 de portée. La distance entre le dessus du tablier et les plus hautes eaux navigables est de 6^m 50. Ce pont a coûté 1 120 000 marks.

Le *Zentralblatt der Bauverwaltung*, du 30 avril, donne la description de ces deux ouvrages.

Ouvrages récemment parus.

Essais des combustibles par D. SIDERSKY, Ingénieur chimiste (*Encyclopédie des Aide-mémoire*). — Un volume petit in-8° de 180 pages, avec 15 figures. — Gauthier-Villars, éditeur, Paris, 1904. — Prix : broché, 2 fr. 50; cartonné, 3 francs.

L'analyse des combustibles a pris une extension considérable, surtout depuis l'introduction, dans les essais industriels, de la détermination du pouvoir calorifique. Pour répondre aux besoins actuels, l'auteur a exposé successivement la classification des combustibles, les qualités à exiger d'une houille destinée à l'industrie, le mode de prélèvement d'échantillons, l'analyse chimique industrielle, l'analyse détaillée des cendres, l'étude de la fusibilité des cendres, l'analyse chimique élémentaire, le pouvoir calorifique, la description des principaux calorimètres, la bombe classique de Berthelot, l'obus Mahler (2) et les modifications allemandes, le calorimètre américain système Parr, et ceux de Hartley et de Darling, ainsi que les diverses formules proposées pour le calcul indirect du pouvoir calorifique.

Dans une annexe, M. Sidersky présente une série de tableaux numériques donnant la composition chimique et le pouvoir calorifique de tous les combustibles usités et d'un grand nombre de corps organiques, ainsi que des notes sur le calcul de l'air nécessaire à la combustion, sur les pertes de chaleur et sur le chauffage des chaudières à vapeur.

Le rôle de l'Ingénieur colonial et les travaux aux Colonies, par le 1^{er} colonel G. ESPITALIER, ancien professeur de construction à l'École d'application de l'Artillerie et du Génie, 2^e édition. — Un volume in-8° carré de 120 pages, avec nombreuses figures. — École spéciale de travaux publics et Augustin Challamel, éditeurs, Paris, 1904. — Prix : 2 fr. 50.

Nous avons eu déjà l'occasion de rendre compte des conférences faites sur ce sujet par M. le 1^{er} colonel Espitalier. Ce sont ces conférences qui sont aujourd'hui présentées au public. En retraçant le rôle de l'Ingénieur colonial, l'auteur s'est surtout efforcé d'encourager les jeunes gens qui se destinent à la construction et aux travaux publics, à porter leur attention vers les débouchés nouveaux que leur offrent les pays exotiques. « La construction aux colonies n'est pas sans exiger une adaptation spéciale des règles immuables et universelles à des besoins changeants et divers. » C'est cette adaptation que le 1^{er} colonel Espitalier a cherché à mettre en évidence, en passant en revue les différentes branches de la construction dans les pays nouveaux.

Fischwege und Fischteiche (Échelles à poissons et viviers), par Paul GERHARDT, conseiller au Ministère des Travaux publics à Berlin. — Un volume in-8° de 145 pages, avec 142 figures. — Engelmann, éditeur, Leipzig, 1904. — Prix : 5 marks.

L'auteur de cet ouvrage s'est proposé d'étudier le rôle de l'Ingénieur, spécialement de celui qui dirige des travaux hydrauliques, dans la pisciculture.

On sait que ce rôle a pris plus d'importance depuis quelques années, la conservation et le repeuplement des cours d'eau étant aujourd'hui envisagés comme nécessaires dans un grand nombre de pays d'Europe. Aussi M. Gerhardt, après une introduction consacrée à l'anatomie et aux conditions d'existence des diverses espèces de poissons, migrateurs ou non, passe-t-il en revue, avec détails, les nombreux modèles d'échelles à poissons déjà proposées ou installées, puis les viviers et réservoirs qui conviennent à telle ou telle espèce, en discutant chaque mode de construction.

Il termine par un chapitre qui traite de la pisciculture et de la pêche, envisagées dans leurs rapports avec la navigation et la canalisation des cours d'eau, et où sont examinées les solutions qui permettent d'atténuer les dommages causés à la pisciculture par la navigation (frayères artificielles, etc.).

(1) Voir le *Génie Civil*, t. XXII, n° 20, p. 320.

(2) Voir le *Génie Civil*, t. XXXVII, n° 3, p. 69.

LE GÉNIE CIVIL

REVUE GÉNÉRALE HEBDOMADAIRE DES INDUSTRIES FRANÇAISES ET ÉTRANGÈRES

Prix de l'abonnement par an. — Paris : 36 francs; — Départements : 38 francs; — Étranger et Colonies : 45 francs. — Le numéro : 1 franc.

Administration et Rédaction : 6, rue de la Chaussée-d'Antin, Paris.

SOMMAIRE. — **Électricité** : Chemin de fer de Liverpool à Southport. Remplacement de la traction à vapeur par la traction électrique, p. 49; DEBEUL. — **Mécanique** : Laboratoire d'essais du Conservatoire des Arts et Métiers. Section des machines (*planche IV*) (*suite et fin*), p. 53; A. BOYER-GUILLON. — **Physique industrielle** : Production et applications du froid artificiel (*suite*), p. 57; F. COTTAREL. — **Jurisprudence** : La computation des « pourboires » dans le calcul des indemnités d'accidents du travail, p. 59; Louis

RACHOU. — **Variétés** : Balance dynamométrique pour l'étude de la résistance de l'air, p. 60; — Monte-charge à air comprimé, p. 60; — Essais pour la détermination des forces intérieures dans le béton armé, p. 61; — Les nouveaux ponts sur le Nil, au Caire, p. 62.

SOCIÉTÉS SAVANTES ET INDUSTRIELLES : Académie des Sciences (16 mai 1904), p. 63. — BIBLIOGRAPHIE : Ouvrages récemment parus, p. 63.

Planche IV : Installation d'un appareil dynamométrique pour l'essai des automobiles.

Supplément : REVUE DES PRINCIPALES PUBLICATIONS TECHNIQUES, p. 65.

ÉLECTRICITÉ

CHEMIN DE FER DE LIVERPOOL A SOUTHPORT

Remplacement de la traction à vapeur par la traction électrique.

La Compagnie du Lancashire and Yorkshire Railway va mettre en service, dans quelques jours, les premiers trains électriques entre

Depuis quelques années, en effet, les tramways ont fait de tels progrès et ont pris un tel développement qu'ils commencent à faire une concurrence redoutable aux chemins de fer. Le *Génie Civil* a récemment signalé cette tendance (1).

Cette concurrence se fait surtout sentir au voisinage des grandes villes, là où le mouvement des voyageurs est intense. Ceux-ci donnent souvent la préférence aux tramways, dont les avantages sur le chemin de fer sont très nombreux. Sur les tramways, les tarifs sont généralement beaucoup moins élevés, aussi bien que le capital engagé dans l'entreprise, puisque la circulation se faisant sur route, il n'y a



FIG. 1. — CHEMIN DE FER ÉLECTRIQUE DE LIVERPOOL A SOUTHPORT : Vue d'un train express.

Liverpool et Southport, ligne qui jusqu'ici était desservie par la traction à vapeur.

Si l'on y comprend le nouveau matériel roulant qu'elle nécessite, la substitution de la traction électrique à la traction à vapeur coûte, pour la ligne de Liverpool à Southport, 340 000 livres, soit environ 8 millions et demi de francs. La somme est élevée si l'on songe que la longueur de la ligne n'atteint pas 30 kilom. Pourtant cette dépense correspond à la solution la plus avantageuse du problème que la Compagnie avait à résoudre.

pas eu de terrain à acheter; les arrêts en cours de route sont plus nombreux, les départs se suivent à de plus courts intervalles et, néanmoins, grâce à la traction mécanique adoptée presque partout, la vitesse commerciale reste satisfaisante.

Pour procurer ces mêmes avantages, les chemins de fer doivent, semble-t-il, réaliser deux conditions principales : 1° modifier l'organisation des services de façon qu'en multipliant le nombre des trains

(1) Voir le *Génie Civil*, t. XLIV, n° 23, p. 337.

et en diminuant leur longueur, on obtienne avec un matériel de même encombrement, un rendement en trajet parcouru beaucoup plus élevé (cette condition a conduit à l'emploi de voitures automobiles); 2° augmenter la vitesse commerciale, sans diminution du nombre des arrêts, par une augmentation de la vitesse proprement dite et par la réduction de la durée des mises en marche et des stoppages.

Ces deux résultats ne peuvent être facilement obtenus que par l'emploi de l'électricité, grâce auquel le chemin de fer peut alors prendre un avantage décisif sur le tramway même électrique, toujours astreint à ne pas dépasser une certaine vitesse limite, du fait qu'il circule sur la route. L'avantage se fera d'autant mieux sentir que la population des districts traversés est plus dense. En raison des forts charrois sur des routes très fréquentées, la limite supérieure imposée par les règlements municipaux fût-elle atteinte, la stabilité de la voie sera toujours moins bonne sur le tramway que sur le chemin de fer. Celui-ci pourra donc donner, en ce qui concerne la douceur du mouvement, un confort presque impossible à réaliser pour l'autre.

Ce sont ces considérations qui ont déterminé la Compagnie Lancashire and Yorkshire à remplacer la traction à vapeur par la traction électrique sur la ligne Liverpool-Southport (fig. 2). Cette ligne se



FIG. 2. — Tracé du chemin de fer de Liverpool à Southport.

présente, en effet, dans les meilleures conditions possibles pour faire l'objet d'un premier essai d'électrification et permettre d'en tirer un enseignement.

Southport est un lieu de plaisance très important, agréablement situé en face de la mer, assez loin de Liverpool pour n'avoir pas les inconvénients d'une grande cité et assez près (30 kilom.) pour en avoir les avantages. Aussi, un grand nombre de personnes ayant leurs affaires à Liverpool habitent-elles Southport toute l'année. Il y a donc un mouvement très intense de voyageurs matin et soir; de plus, dans la journée, il y a toujours un fort courant de voyageurs. Sur le trajet de la ligne se trouvent une série de stations : les unes, extrêmement rapprochées dans le voisinage de Liverpool, sont des centres d'affaires constituant une sorte de faubourg à la grande cité; les autres, plus espacées et échelonnées au bord de la mer, sont des lieux de résidence analogues à Southport mais beaucoup moins importants (fig. 2).

C'est ainsi qu'on ne compte pas moins de sept stations sur les neuf premiers kilomètres à partir de Liverpool; il y en a en tout quatorze sur les 30 kilom. du parcours, sans compter les deux terminus. C'est naturellement sur cette première partie de la ligne que le mouvement est le plus dense; le trafic ne porte, d'ailleurs, presque uniquement que sur les voyageurs.

Avec la traction à vapeur, le parcours total journalier était de 3 040 kilom. et le service des trains était organisé de la façon suivante :

1° Trente-six trains par jour dans chaque sens, entre les points terminus, mettant cinquante-quatre minutes, s'ils s'arrêtaient à toutes les stations, et vingt-cinq minutes s'ils allaient directement d'un terminus à l'autre;

2° Trente-huit trains par jour dans chaque sens, entre Liverpool et

Hall-Road (fig. 2); ces trains mettaient vingt-cinq minutes et s'arrêtaient à toutes les stations.

Avec la traction électrique, le parcours journalier atteindra 5 150 kilom. et l'exploitation sera faite comme suit :

1° Soixante-cinq trains par jour dans chaque sens, entre Liverpool et Southport, mettant trente-sept minutes pour les trains omnibus et vingt-cinq minutes, comme avec la vapeur, pour les trains directs. En dehors des trains directs très nombreux du matin et du soir, il y en aura dans le courant de la journée au moins un par heure dans chaque sens;

2° Cinquante-quatre trains par jour dans chaque sens, entre Liverpool et Hall-Road, mettant dix-sept minutes;

3° De plus, la ligne ayant déjà été prolongée au delà de Southport jusqu'à Crossens, desservira cette localité et les stations intermédiaires avec dix-sept trains dans chaque sens.

Ces chiffres ne correspondent nullement à la limite supérieure du rendement dont la ligne soit susceptible; ils en sont encore très éloignés comme les derniers essais l'ont prouvé. De plus, comme la plus grande perte de temps provient du mouvement des voyageurs à l'entrée et à la sortie des voitures pendant les arrêts, on espère obtenir qu'ils entreront dans les voitures par une extrémité et en sortiront par l'autre. On pourra, de cette façon, gagner encore quelques minutes sur la durée du trajet sans même avoir à augmenter la vitesse propre des trains; les foules anglaises étant facilement maniables, ce résultat sera atteint très aisément sans aucun doute.

En ce qui concerne les difficultés techniques, la ligne se présentait dans les meilleures conditions possibles pour un premier essai. Les courbes sont peu nombreuses et toutes à très grand rayon, sauf une pour laquelle il est de 140 mètres. La voie est sensiblement de niveau, les pentes sont rares, faibles et de petite longueur; la plus raide, d'ailleurs très courte, est de 12 millimètres par mètre.

Ensemble de l'installation. — La concession des travaux a été donnée à MM. Dick, Kerr et C^{ie} qui, moins d'un an après le commencement des travaux, ont pu procéder à des essais. La transformation s'est faite sans entraver en rien l'exploitation au moyen des locomotives ordinaires à vapeur.

L'installation, dont nous donnons la description d'après l'Engineer, comprend une station centrale d'énergie et trois sous-stations situées à Sandhills, Seaforth et Birkdale, placées respectivement à 3 200 mètres, 6 kilom. et 26 kilom. de la gare terminus de Liverpool (fig. 2).

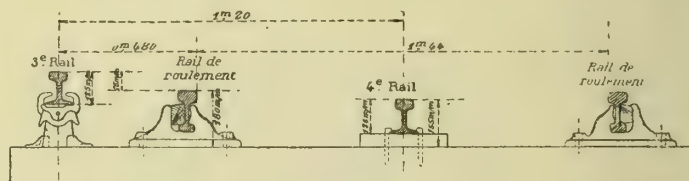


FIG. 3. — Coupe transversale de la voie.

Il y a, en outre, une sous-station près de la station centrale même, à Formby. Les sections terminales de la ligne sont alimentées par une seule sous-station; celles qui sont intermédiaires le sont chacune par deux sous-stations.

La station centrale de Formby fournit du triphasé à 7 500 volts. Les sous-stations, qui sont placées très près de la voie à laquelle elles sont réunies par des câbles de faible longueur, fournissent du courant continu à 600 ou 650 volts pris à des convertisseurs rotatifs. Ces convertisseurs sont alimentés de courant alternatif à basse tension fourni par les secondaires d'une série de transformateurs statiques dont les primaires sont traversés par le courant triphasé à 7 500 volts de la station centrale.

Station centrale. — La station centrale est d'une puissance de 12 000 chevaux indiqués; elle a été construite à Formby, à 16 500 mètres de Liverpool, sur les bords de l'Alt. Cet emplacement a été choisi surtout à cause de la proximité de la rivière dont les eaux de bonne qualité servent à l'alimentation des générateurs et serviront plus tard à la condensation de la vapeur d'échappement comme il a été prévu (1).

Le bâtiment est divisé en deux nefs de 85^m 30 de longueur; l'une, qui constitue la salle des chaudières, a 15^m 25 de largeur; l'autre, renfermant les machines, a 19^m 50. Plusieurs ponts roulants de 20 tonnes à commande électrique desservent ces deux salles. Les chaudières consistent en seize générateurs du type Lancastre de 9^m 75 de longueur et 2^m 60 de diamètre, timbrés à 11^{kg} 25 et pourvus de surchauffeurs et

(1) Cette partie de l'installation n'a pu être faite aussi rapidement que le reste, parce que la rivière Alt est soumise à la marée, et qu'il faudra avoir recours à d'énormes bassins de retenue pour avoir une provision d'eau douce suffisante pendant les heures de haute mer.

d'économiseurs. Elles marchent à tirage forcé, lequel est obtenu au moyen de deux ventilateurs, calculés pour faire passer sous les foyers une quantité d'air suffisante pour la combustion de 5 000 kilogr. de charbon par heure. Ces ventilateurs font 175 tours par minute; ils sont placés entre les économiseurs et l'unique cheminée qui n'a que 18 mètres de hauteur.

La vapeur produite alimente cinq machines. Les quatre machines principales sont des Corliss horizontales, de même puissance, fournissant chacune 2 360 chevaux en marche normale; la cinquième, d'une puissance moitié moindre, est verticale. La vitesse des quatre premières machines est de 75 tours par minute. Elles peuvent fonctionner avec une surcharge de 20 %. Dans ces conditions, la puissance totale maximum de la station centrale pourra atteindre 12 500 chevaux. Le volant de chaque machine a 6^m 70 de diamètre et est boulonné au rotor d'un alternateur triphasé de 1 500 kilowatts.

station annexée à la station centrale; dans la sous-station, quatre panneaux de transformation à haute tension, quatre panneaux des convertisseurs rotatifs, un panneau général de l'énergie distribuée par la sous-station, quatre panneaux des feeders de la sous-station, un panneau pour l'éclairage et la force motrice de la station centrale, etc. Pour les attributions ultérieures, plusieurs panneaux ont été montés vides.

Tous les organes des courants à haute tension sont réunis dans la chambre des hautes tensions. Les connexions sont faites par des câbles simples ou par des câbles à trois âmes suivant le cas. Ces derniers sont sous plomb et isolés au papier; les autres sont isolés au caoutchouc. Ils sont éprouvés à 25 000 volts. Les conducteurs à basse tension traversent le plafond pour arriver au tableau de distribution. Avant d'être envoyé aux sous-stations, le courant alternatif produit est enregistré par un wattmètre général.



FIG. 4. — CHEMIN DE FER ÉLECTRIQUE DE LIVERPOOL A SOUTHPORT : Intérieur d'une sous-station.

Ces alternateurs produisent directement du courant triphasé à 7 500 volts et à 25 périodes. Le stator pèse 35 000 kilogr.; il est monté sur glissières, ce qui permet de l'éloigner facilement du rotor quand on veut avoir accès aux enroulements. Ces derniers ont été essayés à 15 000 volts. Les connexions sont en étoile, le centre étant à la terre. Le rotor pèse 24 000 kilogr.; les pôles seuls, au nombre de quarante, pèsent 6 400 kilogrammes.

La machine verticale commande un alternateur de 750 kilowatts. Elle développe 1 200 chevaux à 94 tours par minute.

L'excitation est fournie par trois groupes électrogènes composés chacun d'une machine Willans et d'une dynamo de 100 kilowatts.

Le tableau de distribution principal est monté sur une galerie placée au-dessus d'une salle dite des hautes tensions construite en matériaux incombustibles. Cette salle, qui mesure 24 mètres $\times$ 3^m 65, est destinée à recevoir toutes les connexions à haute tension; aucun ouvrier ne doit y pénétrer en temps normal, la commande de ces divers appareils se faisant indirectement de la galerie supérieure au moyen d'appareils à basse tension. Les panneaux ont 10 mètres $\times$ 0^m 60. Il y a cinq panneaux pour les alternateurs, un panneau général, six panneaux pour les feeders à haute tension de trois sous-stations; trois panneaux des excitatrices, un panneau général pour l'énergie reçue par la sous-

station centrale est reliée aux sous-stations par des câbles à haute tension. Normalement, trois câbles sont employés simultanément à cet effet, mais en cas de rupture de l'un d'eux, les deux autres suffisent à transporter le courant sans trop de perte et sans trop grande chute de tension.

Ces câbles sont sous plomb, isolés au papier imprégné d'une matière spéciale, et armés d'un enroulement en fil d'acier galvanisé ayant pour but de protéger mécaniquement le câble et d'établir le contact avec la terre. Chacune des âmes se distingue par la couleur du papier qui sert à l'isoler. Tous ces câbles, dont la longueur totale est de 70 kilom., sont éprouvés à 30 000 volts.

Sous-stations. — Les sous-stations (fig. 4) de Seaforth, Sandhills et Formby sont pourvues de quatre convertisseurs rotatifs; celle de Birkdale de trois seulement. Ces convertisseurs sont à huit pôles et peuvent fournir chacun un courant de 1 000 ampères sous 600 à 650 volts en marchant à 375 tours par minute. Ils pèsent au complet 20 000 kilogr., dont 10 000 pour les électros.

Il y a trois transformateurs par convertisseur, un pour chaque phase; chacun d'eux a une capacité de 200 kilowatts. Le refroidissement de ces transformateurs est assuré par deux ventilateurs électriques dans chaque sous-station. Ces ventilateurs, qui absorbent 5 che-

vaux, déplacent par minute 225 mètres cubes d'air sous une pression de 50 à 75 millimètres d'eau. Un transformateur pèse 2 700 kilogr. environ.

Chaque sous-station est pourvue d'un tableau de distribution qui comprend un panneau de l'énergie reçue avec trois ampèremètres, un pour chaque phase; des panneaux de transformateurs, des panneaux de convertisseurs avec coupe-circuits automatiques, un panneau de l'énergie distribuée, quatre panneaux des feeders à courant continu, des panneaux pour l'éclairage et la force motrice.

Distribution. — La distribution du courant se fait par troisième rail, placé d'un côté de la voie, avec retour par les roues et les rails de roulement et un quatrième rail dit rail de retour, non isolé, placé entre ceux-ci et connecté en parallèle avec eux au moyen de raccords avec chacune des éclisses (fig. 3).

Par l'adoption d'un quatrième rail on a d'abord l'avantage d'accroître la section de passage pour le retour du courant et de réduire, par conséquent, la résistance de l'ensemble du circuit, mais l'avantage principal est qu'il permet très facilement le remplacement des rails de roulement, sans gêner en rien le retour du courant; facilité qui joue une très grande importance, étant donnée l'extrême intensité

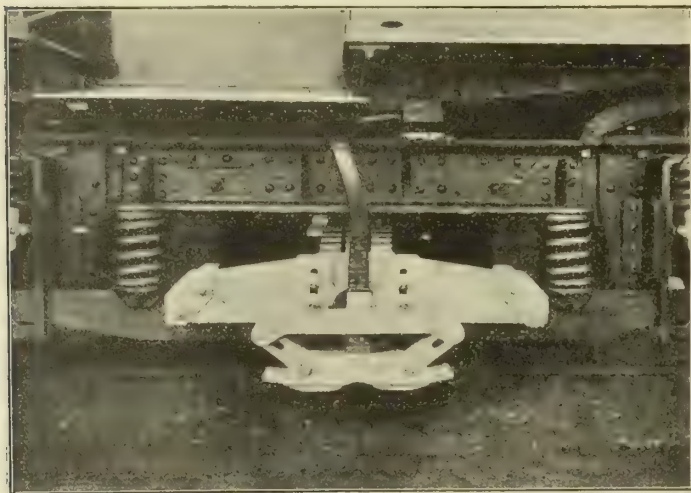


FIG. 5. — Sabot de prise de courant.

du mouvement de la ligne. L'expérience montrera si cette manière de faire est plus économique que l'emploi d'un rail de retour isolé.

Les rails de roulement sont fabriqués avec un acier de haute conductibilité. Sa résistance, dans aucun des essais qui ont été faits, n'a été trouvée supérieure à 7,25 fois celle du cuivre pur; la résistance moyenne est bien inférieure à ce chiffre. Le troisième rail est supporté toutes les trois traverses, soit tous les 3 mètres, par des isolateurs en granit artificiel. Il pèse 44 kilogr. le mètre courant. Aux passages à niveau, il est interrompu et ses deux extrémités sont alors réunies par un câble souterrain. Quant au quatrième rail, il est simplement monté sur des blocs de bois et, aux passages à niveau, il est remplacé par un conducteur nu en cuivre posé à même le sol. Entre les stations, le rail conducteur n'a reçu aucune protection; en gare et près des passages à niveau, il est protégé par des solives en bois.

Les troisième et quatrième rails ont été posés par tronçons de 18^m 30, placés bout à bout, deux fois sur trois, laissant, la troisième fois, un jeu de 50 millimètres pour la dilatation. Les éclisses forment alors joint à baïonnette.

La prise de courant se fait par des sabots collecteurs (fig. 5) placés à la partie inférieure des deux voitures motrices. Il y a quatre sabots pour chaque automotrice, deux de chaque côté.

Voitures. — Chaque train (fig. 4) est composé de quatre voitures à couloir central, régnant d'un bout à l'autre du train par des communications à soufflet; il y a deux voitures de remorque au milieu et deux automotrices en tête et en queue.

Les voitures sont éclairées et chauffées électriquement au moyen de radiateurs spéciaux placés sous les sièges.

La cabine du wattman des automotrices est toujours disposée à l'extrémité du train. Dès que le train est arrivé à la gare terminus, le wattman n'a donc qu'à changer de poste; on évite ainsi tout retournement des machines, toute manœuvre de plaque tournante; la Compagnie y gagne d'abord un encombrement moindre et surtout la possibilité d'obtenir d'un matériel en nombre réduit le maximum de rendement, puisqu'il est pour ainsi dire constamment en service.

Chacune des deux moitiés du train peut, en outre, être facilement séparée de l'autre, pour permettre, au besoin, de doubler le nombre des trains.

Les voitures automotrices ont un empattement de 18 mètres $\times$ 3 mètres. Elles donnent place à 69 voyageurs de 3^e classe; les voitures du milieu reçoivent 66 voyageurs de 1^{re} classe. Un train normal entier transporte donc 270 voyageurs; il a une longueur de 76 mètres.

Les voitures pèsent 44 ou 26 tonnes, selon qu'elles sont automotrices ou non, ce qui donne, pour le train, un poids mort total de 140 tonnes.

Tout le matériel roulant, sauf les cadres des voitures motrices, a été fabriqué dans les usines de la Compagnie.

Les voitures reposent sur deux bogies distants de 12 mètres d'axe en axe. Chaque bogie des voitures motrices est pourvu de deux moteurs cuirassés de 150 chevaux, soit quatre moteurs par voiture. Ces moteurs tournent à 470 tours par minute. Le rapport de transmission aux essieux est de 1 à 9,6. Les moteurs sont à quatre pôles et capables de supporter une forte surcharge sans élévation excessive de température. Ils pèsent chacun 3 000 kilogr. Les sabots collecteurs (fig. 5) en acier, pesant 45 kilogr., sont suspendus par des articulations qui sont fixées à une poutre de bois attachée au cadre du bogie. Aucun courant ne peut donc passer des articulations aux bogies. La liaison à la cabine du wattman est établie par un petit câble très flexible.

Les deux séries de moteurs sont commandées à volonté de l'un ou de l'autre bout du train. De plus, de chaque poste, on peut aussi commander l'autre, ou ne se servir que du poste immédiatement voisin. Enfin, chaque automotrice avec la voiture qui lui est adjacente peut constituer une unité absolument indépendante. Il n'y a néanmoins que quatre câbles principaux. En marche normale, le poste et les résistances d'arrière sont entièrement hors circuit, lorsque la commande se fait de l'avant, mais chaque voiture est pourvue de résistances suffisantes pour contrôler l'ensemble des huit moteurs du train. Ces résistances sont logées sous la plate-forme des voitures.

Au démarrage, le groupe de quatre moteurs placé à chacune des extrémités du train est couplé de façon qu'il y ait deux moteurs en série et deux moteurs en parallèle. Lorsque le train est en marche, les quatre moteurs sont mis en parallèle et la prise de courant se fait par les quatre sabots situés du même côté. Le courant nécessaire pour le démarrage atteint 2 000 ampères; il tombe ensuite à 450 ou 500 ampères, lorsque la vitesse normale de 88^{km} 5 à l'heure est atteinte. L'appareil de commande est pourvu d'un souffleur d'étincelles qui, malgré la grande intensité des courants, prévient efficacement toute formation d'arcs. Le cadre du contrôleur porte encore la manette de renversement qui, grâce à un câble spécial, actionne l'inverseur de chacun des huit moteurs.

La cabine du wattman contient, en outre, un petit interrupteur pour le moteur des freins. Ce moteur, d'une puissance de 3 chevaux, actionne une pompe pneumatique à double cylindre. Les voitures sont, en effet, pourvues de freins automatiques à vide avec soupapes commandées électriquement. Le freinage est pratiquement simultané dans toutes les parties du train. Chaque voiture porte un réservoir à vide qui est séparé de la tuyauterie lorsqu'on applique les freins, mais qui lui est relié au démarrage, de façon à assurer le relâchement rapide des freins.

Entre les différentes voitures, il y a quatre connexions à établir, ce qui, en employant deux hommes, nécessite trente-cinq secondes. Le câble le plus élevé est triple et sert pour l'inverseur, l'éclairage et le chauffage. Quant aux trois autres câbles, l'un relie les sabots de la prise de courant et est toujours en charge; il est peint en rouge; les deux autres commandent les appareils qui sont à l'arrière du train et se trouvent hors circuit lorsque le train est arrêté.

Tout ce qui précède n'est relatif qu'au mouvement des voyageurs et suppose qu'ils circulent sans bagages ou avec des bagages à la main, comme c'est le cas le plus fréquent. Cependant chacune des voitures automotrices est pourvue d'un compartiment à bagages, disposé entre la cabine du wattman et le compartiment des voyageurs.

Mais la Compagnie a prévu que sa nouvelle organisation devant lui attirer un très grand nombre de voyageurs de toutes sortes, il conviendra d'organiser un service plus complet. Ultérieurement, elle créera donc un certain nombre de trains spécialement destinés au transport rapide des marchandises. C'est dans ce but, que, dès maintenant, elle a entrepris la construction d'un certain nombre de voitures spécialement aménagées pour la manutention rapide des colis de toutes sortes, bagages ou marchandises lourdes et encombrantes, aussi bien que bagages à la main et colis de petit volume.

MÉCANIQUE

LABORATOIRE D'ESSAIS

du Conservatoire des Arts et Métiers.

Section des machines.

(Planche IV. — Suite et fin¹.)

DESCRIPTION DE QUELQUES APPAREILS SPÉCIAUX. — *Dynamo dynamométrique Panhard et Levassor.* — Le frein dynamométrique Panhard et Levassor, qui permet d'opérer exactement de la même manière qu'avec le frein de Prony, se compose d'une dynamo ordinaire (fig. 12 et 13) dont les inducteurs sont mobiles et peuvent tourner autour de l'induit. Les inducteurs portent le bras de levier du frein et le plateau qui doit contenir les poids destinés à s'opposer à la rotation de l'inducteur et à mesurer le couple d'entraînement.

L'induit tourne dans des coussinets à billes portés par la cage mobile de l'inducteur, le tout reposant sur des paliers à billes qui permettent la rotation de l'inducteur autour de son axe comme pour un fléau de balance. Les inducteurs sont à excitation indépendante. L'induit est réuni par un joint à la cardan au moteur en essai; sa rotation engendre un courant, absorbé par un rhéostat de lampes.

Par son mouvement, l'induit tend à entraîner l'inducteur dont l'équilibre est maintenu par les poids. On compte le nombre de tours faits par l'induit et on lit la charge du plateau. Connaissant le bras de levier du frein, il suffit d'appliquer la formule ordinaire du frein de Prony pour en déduire la puissance. La mesure du courant peut donner le rendement de la dynamo qui constitue ce frein dynamométrique.

Comme ce frein est appelé à être attelé à des moteurs tournant à un nombre de tours plus ou moins grand et que pour développer sa puissance maximum (20 chevaux) la dynamo a besoin de tourner à un nombre de tours constant, voisin de 1 200, on a monté sur la cage des inducteurs un réducteur ou amplificateur de vitesse. C'est tout simplement un jeu d'engrenages porté par un axe BB' (fig. 14) qu'on remplace par un autre suivant la vitesse à obtenir. Cette disposition, utilisée plus rarement, peut introduire dans les mesures des perturbations, ou plus exactement nécessiter l'application de coefficients de correction que nous étudierons.

Étude des forces en jeu dans la dynamo dynamométrique. — La cage des inducteurs, qui est mobile (fig. 14) et porte le poids P, se trouve entraînée dans son mouvement de rotation : d'abord, par les couples C_1 , C_2 et C_3 , résultant du frottement de l'arbre sur les coussinets et les balais; puis par le couple K résultant de l'action de l'induit I sur les inducteurs i . Ce dernier est de beaucoup le plus important.

Ces quatre couples s'ajoutent et leur somme produit le freinage du moteur. Pour chacun de ces couples on peut écrire les équations d'équilibre suivantes :

$$\text{Pour } C_1 \quad p_1 = f_1 l_1 n_1 \left(\frac{2\pi}{60 \times 75} \right),$$

$$\text{Pour } C_2 \quad p_2 = f_2 l_2 n_2 \left(\frac{2\pi}{60 \times 75} \right),$$

$$\text{Pour } C_3 \quad p_3 = f_3 l_3 n_3 \left(\frac{2\pi}{60 \times 75} \right),$$

$$\text{Pour } K \quad p = f l n \left(\frac{2\pi}{60 \times 75} \right).$$

$$\text{D'où : } p + p_1 + p_2 + p_3 = \frac{2\pi}{60 \times 75} (f_1 l_1 n_1 + f_2 l_2 n_2 \dots f l n).$$

Mais les vitesses n , n_1 , n_2 , n_3 sont toutes égales; les bras de leviers l , l_1 , l_2 , l_3 sont aussi tous égaux à 1 mètre : il reste donc (en remarquant que $p + p_1 + p_2 + p_3 = P$, puissance totale fournie par le moteur) :

$$P = \frac{2\pi}{60 \times 75} \times 1 \text{ mètre} \times n [f_1 + f_2 + f_3 + f],$$

mais f , f_1 , f_2 , f_3 représentent la somme des poids placés dans le plateau, soit F.

Donc $P = F l n \frac{2\pi}{60 \times 75}$ ou encore $\frac{14 F l n}{10000}$, qui est bien la formule ordinaire du frein de Prony.

Cas où l'on se sert de l'engrenage réducteur. — C'est bien ainsi que fonctionne le frein quand il est monté à accouplement direct; mais quand il est monté avec son réducteur de vitesse, le couple moteur doit passer par le réducteur BB' monté sur la cage des inducteurs. Ce train d'engrenage a pour objet de faire tourner l'induit à une vitesse voisine de 1 200 tours pour des moteurs attaquant AA' à faible vitesse, ou inversement.

Il faut ici considérer le frottement des engrenages et le frottement des paliers de l'arbre BB', qui ne peuvent plus, comme les précédents, être assimilés à des freins élémentaires, car leur bras de levier est différent du bras de levier du frein.

Il faut ajouter que la vitesse n de l'induit est alors différente de celles n_1 , n_2 , n_3 , n_4 , des freins élémentaires que nous avons considérés dans le premier cas; n_4 correspond à un nouveau couple C_0 , dû au frottement de l'induit dans sa

crapaudine. Pour ces cinq couples, on a bien encore l'équation

$$P_1 = \frac{2\pi}{60 \times 75} [n f + n_1 f_1 + n_2 f_2 + n_3 f_3 + n_4 f_4],$$

à laquelle il faudrait adjoindre celles relatives aux frottements des engrenages et de l'axe BB'. Dans cette équation il est impossible d'assigner à n , n_1 , n_2 , n_3 , n_4 , leurs valeurs respectives et la question ne semble pas pouvoir se résoudre, au moins simplement, ainsi.

Mais, à défaut du calcul, il est facile de tarer le frein dynamométrique expérimentalement, de la manière suivante.

Tarage expérimental du frein fonctionnant avec son train réducteur. — Le frein est monté par embrayage direct sur une dynamo d'une puis-

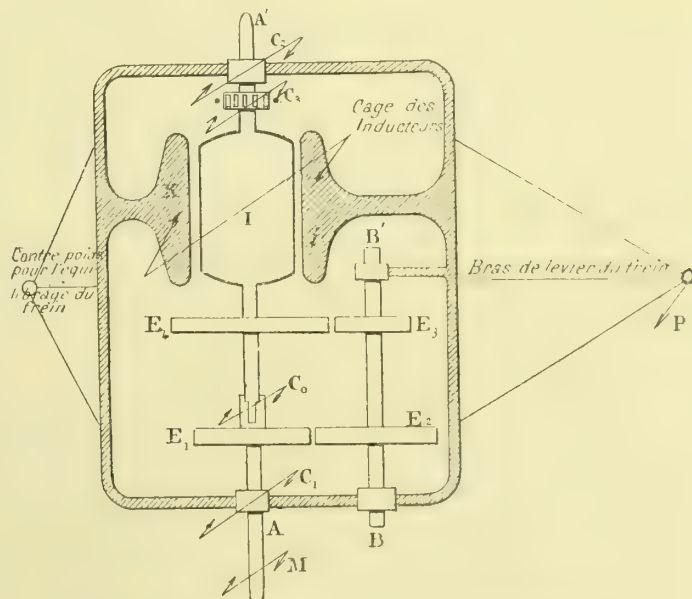


FIG. 14. — Plan schématique du frein dynamométrique.

sance suffisante pour faire le tarage de l'appareil aux différentes vitesses.

On commence par établir sans réducteur la courbe de la puissance électrique consommée par le moteur, pour obtenir une courbe de puissance mécanique lue sur la dynamo fonctionnant comme frein. Ces courbes sont construites en portant en ordonnées les puissances et en abscisses les nombres de tours correspondants. On a les courbes :

A, pour la puissance électrique consommée par le moteur;

B, pour la puissance mécanique lue sur le frein;

(1) Voir le Génie Civil, t. XLV, n° 3, p. 33.

C. pour la puissance électrique recueillie aux bornes de la dynamo frein (fig. 15).

De ces trois courbes on déduit les rendements : $R_u = \frac{p_h}{p_a}$ pour le rendement du moteur et $R_c = \frac{p_e}{p_a}$ pour le rendement de la dynamo frein.

Ensuite, le train réducteur étant monté, et le moteur fonctionnant, on lit (fig. 16) une puissance électrique w pour n tours, correspondant

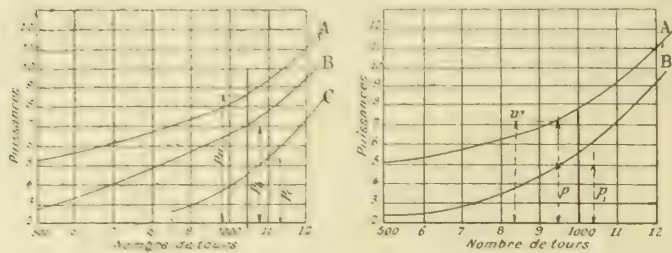


FIG. 15 et 16. — Diagrammes des puissances relevés sur la dynamo.

à une puissance p ; sur le frein marchant avec réducteur, on lit la puissance p_1 avec une certaine charge et un nombre de tours n_1 . Si $p = p_1$, c'est que le réducteur n'apporte aucune perturbation; au contraire, si $p_1 < p$, il faudra corriger p correspondant à n_1 et f_1 , en multipliant la lecture faite par le coefficient de correction ainsi déterminé.

Telle est la méthode employée pour l'étude de cet appareil; nous aurons du reste l'occasion de revenir sur ce sujet, en publiant les résultats de cette étude, qui n'est pas encore terminée.

Appareil dynamométrique pour l'essai des automobiles. — L'appareil que nous avons construit pour l'essai des automobiles (fig. 17 à 21, du texte, et fig. 1 à 4, pl. IV) se compose de deux grands volants A et B, en fonte, de 2 mètres de diamètre, dont la jante est recouverte de planches en chêne, sur lesquelles viennent rouler les roues de la voiture automobile soumise aux essais.

Ces volants ou tambours sont clavetés sur un arbre CD, sur lequel ils peuvent se déplacer longitudinalement, pour présenter un écartement correspondant à la voie de l'automobile; ils sont en deux pièces, et le serrage se fait au moyen de quatre boulons traversant chaque moyen.

Tout cet appareil est contenu dans une fosse, et la partie supérieure des volants seule vient affleurer au niveau du sol ab . L'arbre CD est

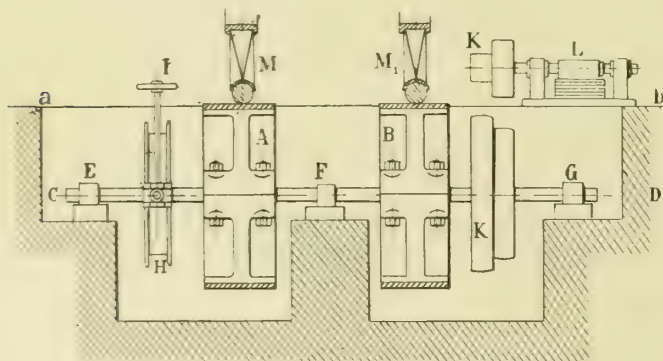


FIG. 17. — Coupe longitudinale de l'appareil dynamométrique.

supporté par trois paliers réglables, E, F, G; il porte, outre les deux tambours, un frein de Prony, dont la couronne a été exécutée par les ateliers Delaunay-Belleville, tandis que les autres organes de l'appareil sortent des ateliers Piat. Ce frein H est mis en action par un volant I qui dépasse le sol; il possède une circulation d'eau qui lui permet d'absorber au moins 50 chevaux, sans échauffement anormal (fig. 5 à 9, pl. IV). Deux poulies K, également clavetées sur l'arbre CD, viennent attaquer par une courroie une dynamo Gramme, de 30 chevaux.

Cette dynamo, très fortement construite, peut absorber 30 chevaux entre 500 et 1 000 tours, et fonctionner à volonté comme moteur ou générateur. En déplaçant la courroie sur les cônes K, on peut maintenir la vitesse de la dynamo entre ces limites. Comme générateur elle sert de frein, et comme moteur, elle sert à entraîner tout le système dynamométrique.

La dynamo fonctionne sur un rhéostat (fig. 20) servant soit à absorber l'énergie électrique qu'elle produit, soit au démarrage quand elle sert de moteur.

Le rhéostat, par ses subdivisions très nombreuses des résistances,

permet de freiner une voiture avec une grande précision. Chaque groupe de résistances peut absorber 5 ampères sous 450 volts. On peut en outre agir sur l'excitation de la dynamo, qui est indépendante et réglable par un rhéostat.

Fonctionnement du dynamomètre. — Il s'agit de mesurer la puissance à la jante d'un automobile, ou encore le nombre de chevaux disponibles sur l'essieu moteur du véhicule. Dans ce but, les roues motrices M et M₁ de l'automobile (fig. 17 et 18) viennent se placer sur les tambours A et B. On met très exactement les centres des roues motrices sur la verticale des centres des tambours. Les deux pneumatiques sont gonflés à la même pression, et les rayons r et r_1 des deux roues, mesurés avec soin, sont rendus égaux en tenant compte de l'écrasement. La voiture est attachée à un point fixe K par l'intermédiaire d'un dynamomètre hydraulique enregistreur D. Sur l'axe des roues motrices est montée une poulie actionnant un cinémomètre enregistreur Richard (1), contrôlé par un compteur de tours.

L'automobile, mise en route, exerce immédiatement un effort de traction sur le dynamomètre; aussitôt les tambours A et B se mettent à tourner et on les freine à la demande, soit avec la dynamo L (fig. 17), soit au besoin avec le frein H, les deux appareils réunis pouvant

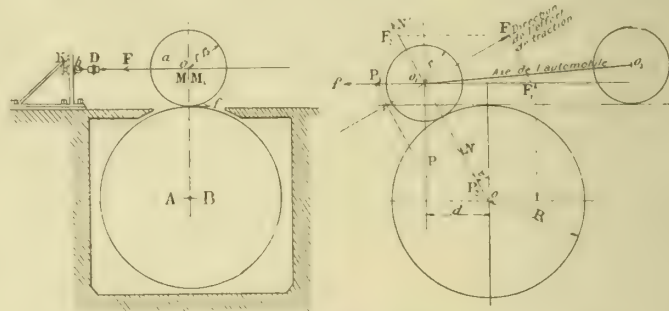


FIG. 18 et 19. — Coupes schématiques transversales de l'appareil.

absorber 80 chevaux auxquels il faut encore ajouter les résistances passives de tout le dynamomètre.

La seule précaution à prendre est de mettre très exactement les points d'attache a et b (fig. 18) sur la même horizontale; on y arrive aisément avec un niveau à vases communicants.

Quand le régime est obtenu, le système est en équilibre (fig. 19) sous l'action des forces F et f qui sont égales et de sens contraires. Le travail par minute en kilogrammètres est donné par :

$$T = f \cdot 2\pi r \cdot n$$

n = nombre de tours par minute faits par l'automobile;

r = rayon de la roue motrice en mètres;

F et f = forces en kilogrammètres.

La puissance est :

$$\frac{T}{75 \times 60} = \frac{f \times 2\pi r n}{75 \times 60} \quad \text{ou} \quad \frac{F r n}{75 \times 60} \cdot \frac{2\pi}{60}$$

donc

$$P = \frac{F r n}{75 \times 60} \cdot \frac{2\pi}{60} = \frac{14 F r n}{10\,000}$$

C'est la formule du frein de Prony, dans laquelle F est la charge que porte le frein, n le nombre de tours par minute, r le bras de levier de ce frein.

La mesure du rayon de la roue se fait d'une manière très exacte avec la règle et l'équerre, en mettant la règle au contact du tambour et mesurant de ce point aux points haut et bas de la fusée. Prenant la moyenne de ces deux lectures a et b , on a : $r = \frac{a + b}{2}$.

L'effort de traction F est mesuré à 1 ou 2 % près, par un dynamomètre hydraulique.

Le nombre de tours est enregistré par un tachymètre, contrôlé par un compteur de tours, comme dans les essais ordinaires de machines.

Le centrage de l'automobile, indispensable pour les raisons qui suivent, est obtenu au moyen de deux fils à plomb suspendus au plafond de la salle et passant très exactement par le centre de l'arbre CD, l'un à droite, l'autre à gauche de l'automobile. On vise par ces deux fils et on agit sur un volant K qui déplace le point d'attache du dynamomètre sur la ligne horizontale (fig. 18).

A cette manière de mesurer le travail à la jante, on peut faire certaines objections que nous analyserons plus loin.

Appareils antérieurs. — Nous citerons tout d'abord l'appareil installé dans les ateliers Malicet et Blin au moment du Concours des Moteurs, en 1899.

L'automobile, fixé par des amarres, mettait en mouvement, par

(1) Voir le Génie Civil, t. XLIV, n° 13, p. 209.

INSTALLATION D'UN DYNAMOMÈTRE POUR L'ESSAI DES AUTOMOBILES

au Laboratoire d'essais du Conservatoire des Arts-et-Métiers.

Fig.1. Coupe transversale en avant du cône de transmission

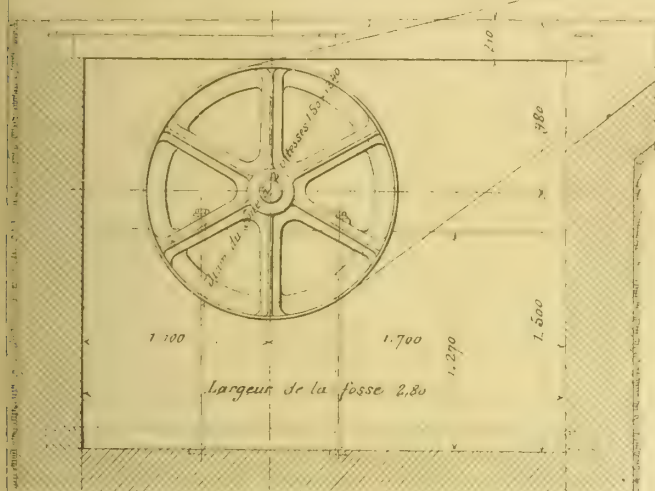


Fig.2. Coupe longitudinale

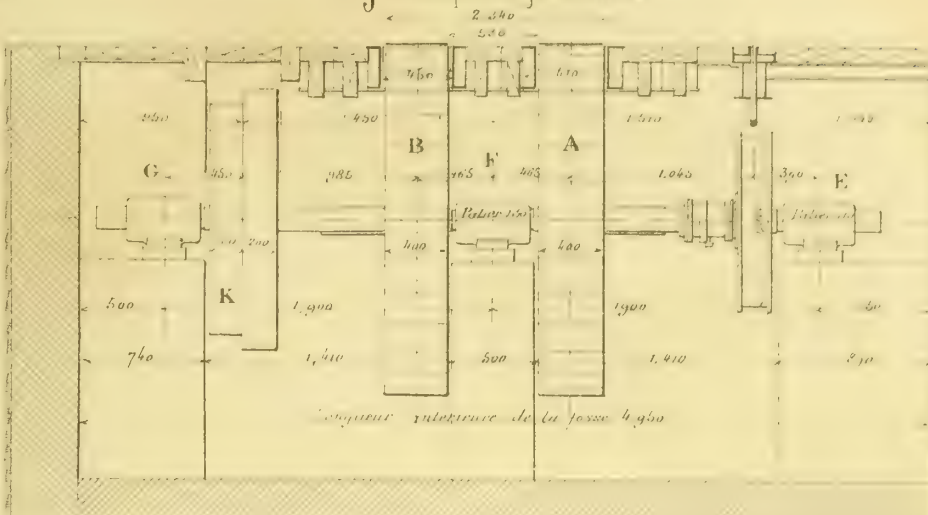


Fig.3.

Coupe en avant des tambours d'entraînement

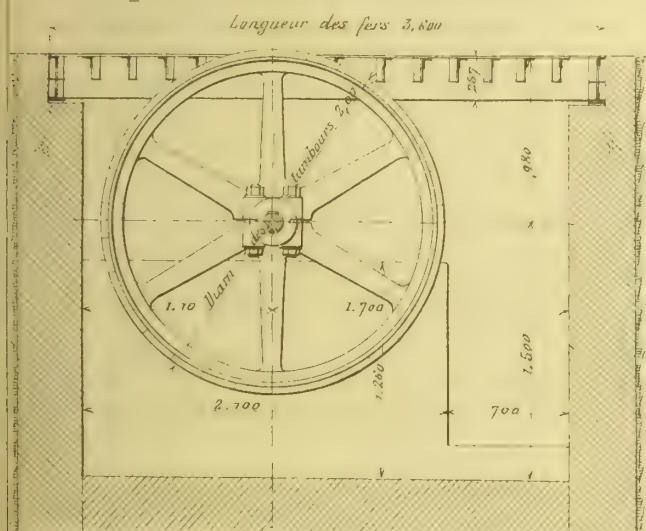


Fig. 4. Plan

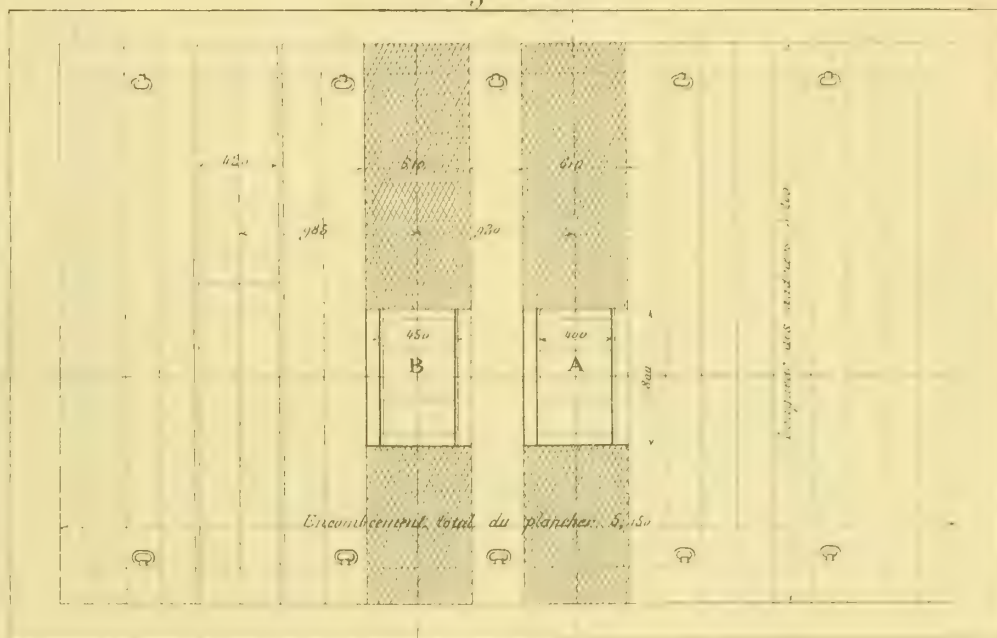


Fig.5 à 9. Boîte d'arrivée et de sortie d'eau de la poulie de frein.

Fig.5. Coupe longitudinale

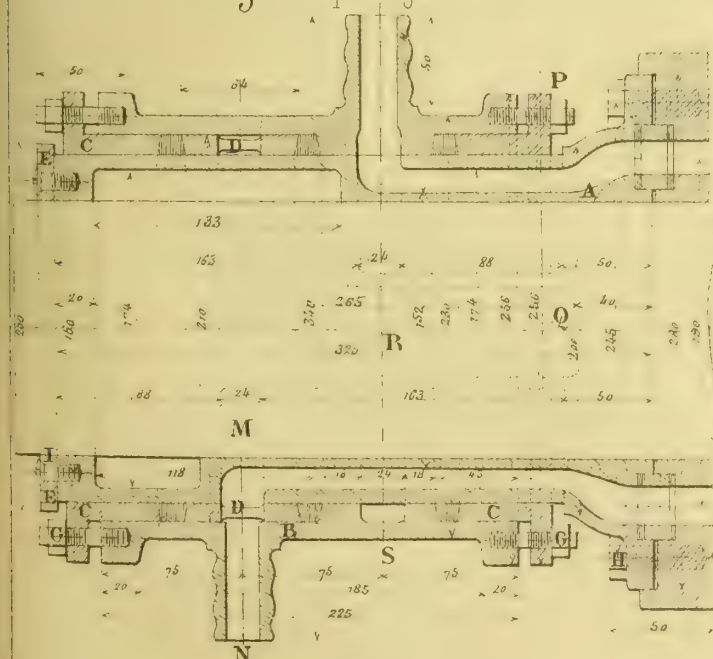


Fig.6. Demi vue en bout

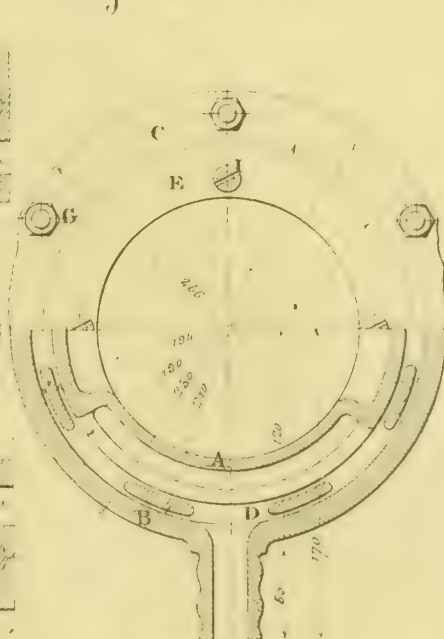


Fig.8. JENI CODE SERVANT PQ

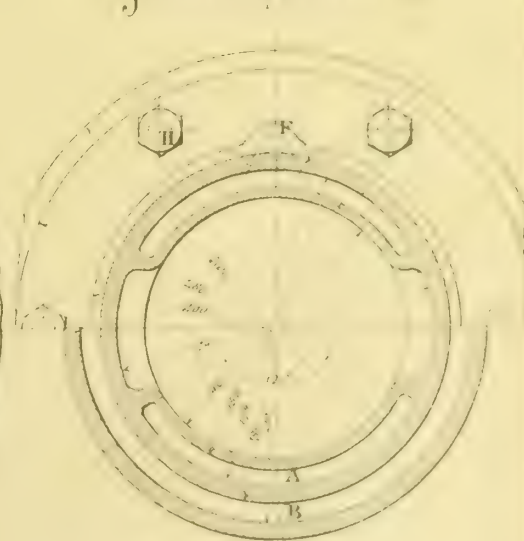


Fig.7. Lema coupe suivant: **MN**

Fig.9. Model of the system RS

l'intermédiaire de rouleaux, un arbre portant un volant sur lequel on avait monté un frein. Connaissant les résistances passives de l'appareil, on obtenait ainsi la puissance à la jante. L'appareil avait été taré très exactement par des expériences préliminaires faites par M. Carlo Bourlet (1).

Un autre appareil analogue fut étudié par M. Lucien Périssé, au moment des opérations du Jury du Concours de l'Alcool organisé par le Ministère de l'Agriculture en 1902 (2). Il se composait de deux rouleaux réunis par une courroie qui supportait l'automobile. Les mesures se faisaient exactement comme au Conservatoire des Arts et Métiers. Le défaut de cet appareil, installé au laboratoire de la rue Jenner, a été l'écrasement de la courroie sous le poids des voitures très lourdes, circonstance qui rendait très difficile la mesure du rayon r de la roue motrice. On a paré à cette difficulté en mettant la voiture non plus entre les deux tambours, mais sur l'un d'eux (3).

Au laboratoire de l'Automobile-Club de France, on se sert des moulinets du colonel Renard (4), auxquels la roue motrice transmet son mouvement par un dispositif spécial et variable.

Erreurs commises dans les mesures faites avec cet appareil. — L'erreur principale provient d'un mauvais centrage de l'automobile, suivant que la roue arrière (motrice) est en avant ou en arrière du plan vertical passant par l'axe des deux tambours. En effet, si cette roue est en arrière (fig. 19), le véhicule se trouve dans la situation d'un automobile gravissant une montée dont la pente serait donnée par la tangente commune aux cercles de la roue et des tambours; l'inverse a lieu si la roue motrice est en avant de ce plan. Dans le premier cas, la composante de la pesanteur vient décharger le dynamomètre; dans le

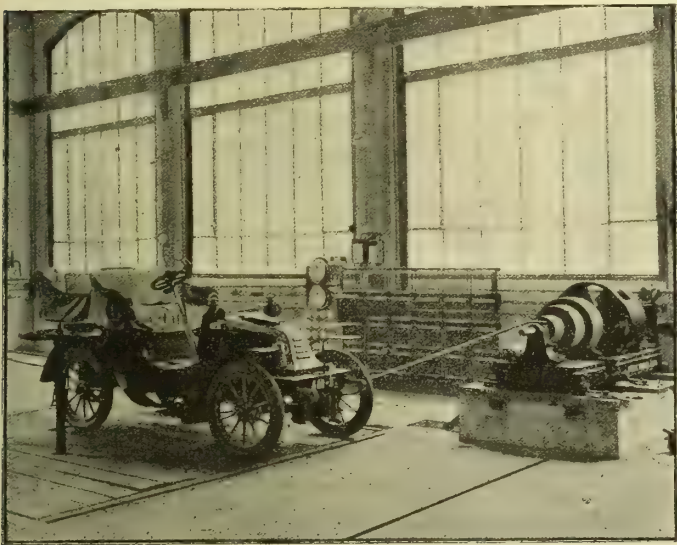


FIG. 20. — Vue d'ensemble de l'appareil pour l'essai des automobiles.

second cas, au contraire, elle vient s'ajouter à l'effort de traction et charger le dynamomètre.

Nous allons évaluer par le calcul l'erreur introduite par cette mauvaise position de la voiture. Soient (fig. 19) O_1 et O_2 les deux roues de l'automobile, O le tambour sur lequel vient rouler la roue motrice O_1 , r et R les rayons de la roue et du tambour, P le poids dont est chargé l'essieu arrière, f l'effort sur le dynamomètre et F l'effort de traction que nous voulons mesurer et qui se trouve dirigé suivant la normale à la ligne OO_1 .

L'essieu arrière de l'automobile se trouve en équilibre sous l'action des forces f , F , P , N et N' .

La force N passant par le point d'appui sur le tambour est détruite par la réaction N' ; il reste à considérer seulement f , F et P .

Décomposons la force F en $F_1 = \frac{F}{\cos \alpha}$, et en F_2 qui est détruite; la force P en $P_1 = P \tan \alpha$, et en P_2 qui est détruite. Puisque le système est en équilibre, il suffit d'écrire que la somme algébrique des forces f , P_1 et F_1 est nulle, ou :

$$\begin{aligned} F_1 &= f \pm P_1, \\ \frac{F}{\cos \alpha} &= f \pm P \tan \alpha, \\ F &= f \cos \alpha \pm P \sin \alpha. \end{aligned} \quad [a]$$

L'équation [a] peut se réduire à : $F = f \pm P \sin \alpha$. En effet, $\cos \alpha$ est très voisin de l'unité pour un angle α très petit; dans le cas pré-

sent, on peut centrer l'automobile de telle façon que d soit au plus égal à 0^m005 de part et d'autre de la verticale. Comme, par construction de l'appareil, $R = 1$ mètre et que $r = 0^m350$, en général, on a :

$$\cos \alpha = \sqrt{1 - \frac{d^2}{(R+r)^2}} = \sqrt{0,9999863} = 0,99999$$

et

$$\sin \alpha = \frac{d}{R+r} = 0,0037037$$

d'où

$$\alpha = 0^{\circ}12'44''$$

donc, la valeur réelle de l'effort de traction est donnée par

$$F = f \pm 0,0074 d P,$$

ou, pour $d = 0^m005$: $F = f \pm 0,0037037 P.$ [b]

Supposons que la voiture pèse 1 000 kilogr., l'essieu arrière portant une charge de 600 kilogr. L'effort de traction peut varier de 190 kilogr. pour la petite vitesse, à 50 kilogr. pour la grande; dans ce cas, et pour $d = 0^m005$, les erreurs qu'on peut commettre sont données par le tableau suivant :

F	f	ERREUR MAXIMUM	ERREUR RELATIVE
32,23	30 kilogr.	2,23	7,5 %
102,23	100 —	2,23	2,23 —
302,23	300 —	2,23	0,75 —

Cette erreur peut donc atteindre 7,5 % si l'effort de traction tombe à 30 kilogr. Si P varie de 100 kilogr. à 1 000 kilogr., l'erreur variera de 0^{kg}370 à 3^{kg}700; mais c'est précisément pour les voitures légères que l'effort de traction est petit et pour les voitures lourdes (camions) que l'effort de traction est grand. L'erreur relative reste généralement très acceptable.

On voit aussi que, toutes choses égales d'ailleurs, il vaut mieux essayer une voiture avec un grand effort de traction f . Cet effort de traction sera grand pour les petites vitesses, ce qui conduit à essayer de préférence les voitures aux petites vitesses.

Si nous écrivons l'équation [b] sous la forme

$$y = k + 0,0037037 x$$

et que nous construisons cette droite, nous voyons (fig. 21) que son coefficient angulaire $\tan \alpha = 0,0037037$ est très faible, ce qui montre que l'erreur ne croît pas

très vite avec la charge portée par l'essieu moteur. Dans la figure 22, nous avons construit une série de droites pour des valeurs différentes de d , en portant sur Ox les valeurs de P . On lit sur Oy les valeurs des corrections, en fonction de P et d . En portant au-dessous de Ox

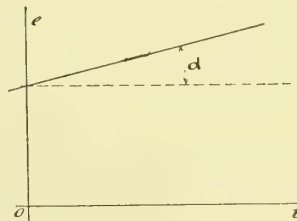


FIG. 21.

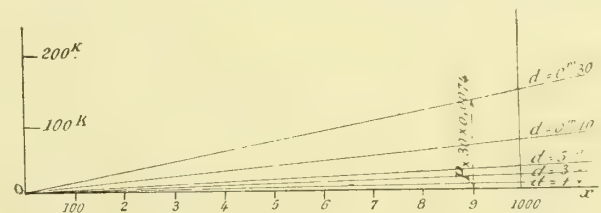


FIG. 22.

une longueur f , on peut lire immédiatement la valeur de F mesurée par l'ordonnée totale.

Mais, dans la pratique, on peut presque toujours prendre $F = f$ avec une exactitude suffisante, dans le cas où la voiture est bien centrée. Si f et r sont très petits et P très grand, on fera la correction à l'aide de la figure 22.

APPAREILS POUR L'ESSAI DES CALORIFUGES ET DES MATIÈRES DESTINÉES À PROTÉGER DE LA CHALEUR UNE ENCEINTE FROIDE. — De nombreuses études ont été faites dans différents pays pour étudier ou comparer la valeur des matières dites calorifuges.

De nombreuses demandes d'essais de matières calorifuges nous ont amené à rechercher un appareil simple et pratique, propre à mesurer leur valeur ou du moins à les comparer entre elles.

Nous avons d'abord porté nos recherches du côté d'un appareil à vapeur, de manière à nous rapprocher le plus possible des conditions industrielles dans lesquelles les calorifuges sont généralement employés. Mais des difficultés matérielles nous ont fait abandonner cette voie pour étudier un appareil électrique dans lequel les mesures offrent une facilité et une précision bien supérieures aux autres méthodes.

(1) Les détails de ces essais ont été décrits dans la *Locomotion automobile*.

(2) Voir le *Génie Civil*, t. XLI, n° 8, p. 417.

(3) Le principe de cet appareil avait été proposé par M. Gasnier dans la *Locomotion automobile* du 21 décembre 1901.

(4) Voir le *Génie Civil*, t. XLV, n° 2, p. 28.

Principe de la méthode. — La méthode employée consiste à produire dans une enceinte une température t déterminée que l'on maintient rigoureusement constante pendant le temps nécessaire. On mesure les calories consommées pour maintenir cette température t constante, d'abord pour un tube nu, ensuite pour un tube recouvert de calorifuge. Le chauffage de l'appareil est obtenu au moyen d'un courant électrique dont le réglage et la mesure sont faciles.

En résumé, nous mesurons W_1 et W_2 , quantités d'énergie électrique nécessaires pour maintenir cette température t constante dans chacun des deux tubes.

Description de l'appareil. — Deux tubes de bronze de 1 mètre de longueur, 0^m08 de diamètre et 10 millimètres d'épaisseur (cette épaisseur a pour objet de permettre une mesure plus précise de la température du tube lui-même) sont placés à côté l'un de l'autre, comme le montre la figure 23. Chacun d'eux contient intérieurement une résistance

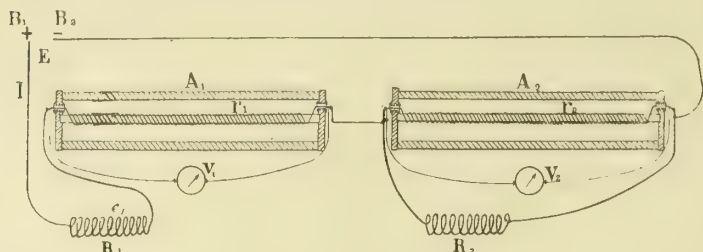


FIG. 23. — Schéma de l'appareil pour l'essai des calorifuges.

électrique r_1, r_2 , destinée à le chauffer : c'est un fil de rhéostatine isolé à l'amiante, enroulé très régulièrement sur un tube de fer, dont les extrémités sont fixées dans les bouchons qui obturent les tubes. Le courant entre dans la résistance par une borne isolée. Les tubes A_1 et A_2 sont suspendus au plafond par des fils fins et isolants. La température est mesurée dans chaque tube par trois thermomètres placés aux extrémités et au milieu; le courant électrique, pris au tableau à la borne B_1 , traverse une résistance réglable R_1 , puis la résistance intérieure r_1 du tube A_1 , et la résistance intérieure r_2 du tube A_2 recouvert de calorifuge. Aux extrémités de ce tube est montée en dérivation la résistance R_2 destinée à régler l'intensité en A_2 . De là, le courant retourne à la borne B_2 .

Quelquefois les deux tubes sont montés indépendamment l'un de l'autre, ce qui facilite le réglage des températures mais augmente la dépense d'électricité. Un voltmètre de précision à double direction permet de mesurer la différence de potentiel entre les bornes de A_1 et celles de A_2 ; un ampèremètre Chauvin, également à double direction, mesure les intensités des courants traversant les deux tubes. On a ainsi, quand le régime est établi, les éléments nécessaires pour caractériser le calorifuge.

Dans cette mesure nous négligeons volontairement, pour éviter des complications inutiles, l'influence perturbatrice introduite par les extrémités des tubes. La faible inclinaison de la droite représentant les résultats de nos premiers essais vient confirmer cette détermination.

Cet appareil, qui doit servir à comparer la valeur des calorifuges en essais, a d'abord été utilisé à une série d'expériences propres à nous éclairer sur l'étude générale des calorifuges.

Nous publierons très prochainement le résultat de ces premières mesures, qui constitueront une sorte d'échelle entre les éléments de laquelle viendront se placer les calorifuges que les industriels nous soumettront.

Conduite d'un essai. — On opère dans une salle dont on relève la température, qui doit être peu variable. On fait passer le courant et, en manœuvrant convenablement les résistances R_1 et R_2 , on amène les deux tubes aux mêmes températures. On mesure alors W_1 et W_2 , quantités de chaleur perdue à t° par 1 mètre de tube, nu ou recouvert de calorifuge.

Nous posons :
$$e_t = \frac{W_1 - W_2}{W_1}$$

e_t représente le coefficient d'économie du calorifuge essayé pour l'écart de température t . C'est le nombre par lequel il faut multiplier le prix correspondant aux pertes de chaleur d'une canalisation nue pour obtenir l'économie qu'on réalisera en revêtant cette canalisation du calorifuge étudié.

On fait, en général, trois essais : à 100 degrés, à 180 degrés, et à 330 degrés environ, sur des tubes horizontaux; quelquefois on les répète sur les mêmes tubes placés verticalement. Pour l'étude complète d'un calorifuge nous faisons un grand nombre d'essais, de manière à construire la courbe complète caractérisant ce type de calorifuges. C'est ainsi que nous opérons pour ceux qui constituent notre échelle de base.

Pour la température des tubes on prend la moyenne des lectures

des trois thermomètres, dont l'écart est très faible. Comme e_t varie très lentement avec t (ce fait est vérifié non seulement par nos essais mais par les expériences de Norton), l'erreur commise en prenant la moyenne des trois lectures est très faible.

La stabilité de la température ne s'obtient qu'après une marche de plusieurs heures, souvent d'une nuit entière. Nos premiers essais nous ont montré : que l'étude du tube ne pouvait être faite une fois pour toutes; que les résultats obtenus avec les tubes horizontaux et verticaux étaient les mêmes; enfin que chaque calorifuge peut être étudié seul sans opérer en même temps sur le tube nu; et cela à une série continue de températures, au lieu de prendre trois points seulement comme dans nos premiers essais.

Résultats obtenus avec un calorifuge constitué par du coton minéral. — Un matelas de coton minéral de 8 ou 10 centimètres de largeur était

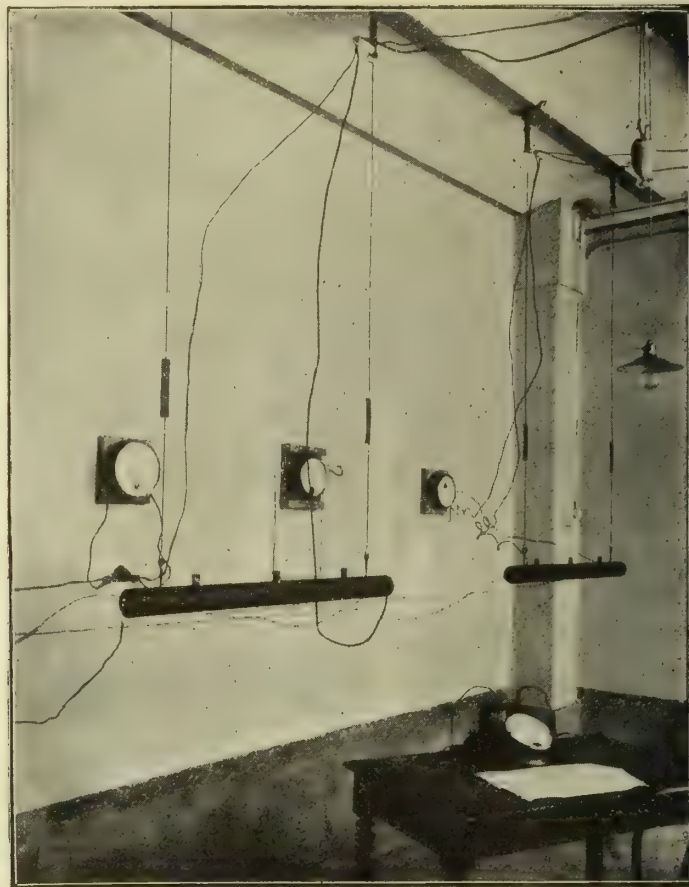


FIG. 24. — Vue d'ensemble de l'appareil pour l'essai des calorifuges.

enroulé en hélice sur le tube à protéger, avec une épaisseur de 3 à 4 centimètres.

NUMÉRO DE L'ESSAI.	I	II	III	III bis	IV
Écart de température en degrés (t).	401	417,9	499	483,3	238,4
Dépense d'énergie dans le tube nu . . . watts.	241,5	412,4	638,3	639	870,2
Dépense d'énergie dans le tube protégé. —	69,6	407,6	160	158	204,4
Économie (e_t)	0,712	0,739	0,749	0,753	0,765
Économie calculée d'après la formule suivante	0,7164	0,7336	0,7526	0,7466	0,7666

La formule employée pour le calcul de la ligne inférieure du tableau précédent est :

$$e_t = 0,6788 + 0,000305 t$$

t étant la différence de température entre le milieu ambiant et le tube expérimenté. La formule ci-dessus représente une droite dont le coefficient angulaire (0,000305) est très petit.

Comme on le voit, l'économie varie lentement par rapport à la température. Il faut ajouter que la formule ne s'applique qu'au calorifuge ci-dessus et que nos études, poursuivies en ce moment avec le concours dévoué de MM. Auclair et Dujour, assistants de la section des machines, nous permettront prochainement d'en préciser les termes.

APPAREIL POUR L'ESSAI DE LA PERMÉABILITÉ DE MATÉRIAUX AU FROID. — Cet appareil, qu'on pourrait qualifier d'appareil pour l'essai des *frigorifuges* se prête mieux à la mesure de valeurs absolues; mais il a

l'inconvénient, par sa forme sphérique, de se prêter assez mal à l'application des matériaux.

L'appareil se compose (fig. 25) d'une sphère A autour de laquelle on fixe le frigorigène; une bouteille intérieure B, dans laquelle on met de l'éther, sert à produire le froid, pendant qu'un agitateur assure l'uniformité de la température dans la masse du liquide conducteur (de l'huile, par exemple). L'appareil est suspendu par trois fils *a*, *b*, *c*, et ainsi bien isolé de tout contact extérieur.

Principe de la méthode. — Le principe de la méthode est le suivant :

Le régime de température doit être obtenu préalablement soit en versant du liquide froid, soit en évaporant de l'éther. On met dans la bouteille B un poids déterminé d'éther qu'on fait évaporer par le passage d'un courant d'air, réglé de manière à maintenir la température invariable.

Soient *P* le poids de l'éther, *c* la chaleur de vaporisation; la chaleur emportée par l'air est :

$$Pc - \Delta,$$

Δ étant la correction due à la chaleur apportée par l'air ou emportée par lui au sortir de la sphère.

La quantité d'air se déduit de la quantité d'éther en admettant la saturation; on peut encore la jauger par un compteur ou un aspirateur Boussingault.

La conductibilité se calcule aisément au moyen des résultats ainsi recueillis.

CONCLUSIONS. — Telles sont, dans leurs grandes lignes, l'organisation et l'installation de la section des machines du Laboratoire d'essais du Conservatoire des Arts et Métiers. Cette section peut, comme on le voit, faire face dès maintenant à tous les essais qui pourront lui être demandés. Elle en a déjà effectué un grand nombre, soit dans ses locaux, soit à l'extérieur. Les bénéfices restreints qu'elle peut espérer retirer de ses tarifs très modérés seront employés à perfectionner de plus en plus son matériel. La création de ce Laboratoire, dont la nécessité se faisait depuis si longtemps sentir, rendra certainement de grands services aux industriels qui sauront en utiliser les ressources.

Par les hommes éminents qui sont à la tête de sa Commission technique, et par la manière judicieuse dont ses services dépendent de ceux du Conservatoire, le Laboratoire d'essais présente toutes les garanties d'impartialité et de sécurité nécessaires à une organisation aussi nouvelle et aussi importante.

A. BOYER-GUILLON,

Ingénieur civil des Mines,

Chef de la section des machines

du Laboratoire d'essais du Conservatoire des Arts et Métiers.

PHYSIQUE INDUSTRIELLE

PRODUCTION ET APPLICATIONS DU FROID ARTIFICIEL

(Suite 1.)

MACHINES A COMPRESSION. — Dans ces appareils on liquéfie le gaz choisi comme agent frigorifique en le comprimant à une pression déterminée et en le refroidissant à une certaine température. Le liquide obtenu est ensuite volatilisé par détente et c'est le froid produit par ce changement d'état que l'on recueille.

Le problème qui se pose tout d'abord est celui du choix de l'agent frigorifique qui conviendra le mieux à la production de l'effet utile recherché dans les circonstances de fait où l'on se trouve placé.

Il ne faut pas croire, en effet, qu'il existe une machine meilleure que toutes les autres, dans tous les cas et sous tous les climats, ni que tel gaz est toujours et partout l'agent frigorifique par excellence.

Cet absolutisme, qui est insoutenable généralement en fait de machines quelles qu'elles soient, est surtout inapplicable lorsqu'il s'agit de machines à produire le froid.

Si l'on veut réaliser de basses températures sous des climats très chauds, les machines à air auront un grand avantage et pourront même être préférées aux machines à gaz liquéfiés si l'application

consiste à produire de l'air froid; mais, parmi ces dernières, les plus avantageuses seront les machines à ammoniaque.

Si, au contraire, on veut réaliser de basses températures sous un climat tempéré, où l'eau de rafraîchissement est abondante et froide, les machines à acide carbonique reprendront l'avantage. Mais si la température que l'on se propose d'atteindre au réfrigérant est voisine de zéro (de $+5$ à -5 degrés) sous un climat très chaud, la machine à acide sulfureux, ou la machine à chlorure de méthyle, seront souvent préférées aux autres. Et encore est-il trop hardi de prononcer ces affirmations diverses même mitigées. En effet, pour certains cas spéciaux, dans lesquels, par exemple, la machine à chlorure de méthyle fonctionnerait dans les meilleures conditions théoriques, on préférera une machine à acide carbonique parce que les risques d'avaries de la cargaison dans le cas d'une explosion ou de fuites importantes ont des conséquences beaucoup moins graves (c'est le cas des bateaux frigorifiques).

En somme, à chaque cas particulier convient une machine déterminée; mais il n'en reste pas moins vrai qu'au point de vue théorique, il est des agents frigorifiques plus efficaces les uns que les autres.

Quelles sont donc les qualités qu'il faut demander à un liquide pour qu'il soit susceptible d'être employé avantageusement à la production du froid ?

Il faut tout d'abord que la tension maximum de sa vapeur soit assez élevée pour que le volume de gaz aspiré à chaque coup de piston soit suffisant pour produire un effet utile supérieur aux résistances passives de l'appareil. Autrefois, après avoir indiqué la nécessité de cette valeur élevée des tensions maxima, on ajoutait que ces tensions ne devaient pas cependant dépasser certaines limites, de manière à ne pas conduire à des pressions trop élevées pour la liquéfaction. Depuis que les machines à acide carbonique ont vaincu les difficultés de construction inhérentes aux hautes pressions et prouvé la facilité et la sécurité de leur fonctionnement à des pressions atteignant quelquefois 80 atmosphères, on a cessé d'imposer cette clause restrictive à la valeur des tensions de vapeur, et la tendance actuelle est d'avoir recours aux corps les plus volatils, c'est-à-dire à tensions de vapeur élevées.

On doit demander en second lieu à l'agent intermédiaire que sa chaleur latente de vaporisation ait une valeur aussi grande que possible, car c'est cette chaleur qui indique précisément l'activité frigorifique du corps employé. En d'autres termes, si la chaleur latente de vaporisation du liquide est de 315 calories à 0 degré, cela signifie que ce liquide, qui en l'espèce, est précisément l'ammoniaque anhydre, empruntera au milieu dans lequel il s'évaporerait ces 315 calories. L'agent frigorifique abaissera donc d'autant plus la température d'un même milieu que sa chaleur de vaporisation sera plus grande.

Enfin, il faudra évidemment exiger de l'agent frigorifique, qu'il se liquéfie facilement à la température ordinaire de l'eau dont on dispose pour le rafraîchissement du gaz comprimé.

Cette condition semble de peu d'importance et pourtant combien de machines ne produisent plus le rendement des premiers jours, tout simplement parce que l'on a restreint la circulation de l'eau au condenseur; sa température s'élève rapidement au-dessus du point de liquéfaction et la pression au refoulement croît en même temps puisque la tension maximum des vapeurs croît très rapidement quand la température s'élève. On dépense alors plus d'énergie pour liquéfier la même quantité de gaz et, par conséquent, plus de charbon pour produire la même quantité de glace; le rendement de la machine a diminué et la faute en est non au constructeur, mais au client qui épargne l'eau de rafraîchissement. Il ne faut pas oublier cet adage frigorifique, si nous osons ainsi dire : *moins d'eau, plus de charbon*.

Le tableau suivant indique, pour les corps les plus employés dans les machines à compression, les valeurs des tensions maxima de la vapeur et des chaleurs latentes de vaporisation :

TEMPÉRATURES	TENSIONS MAXIMA DE VAPEUR				CHALEURS DE VAPORISATION			
	Acide sulfureux	Chlorure de méthyle	Ammoniaque	Acide carbonique	Acide sulfureux	Chlorure de méthyle	Ammoniaque	Acide carbonique
degrés	atm.	atm.	atm.	atm.	calories	calories	calories	calories
- 20	0,64	1,15	4,87	20	95	"	325	66
- 10	1,03	"	2,90	27	93	"	320	61
0	1,56	2,50	4,30	36	91	200	315	55
+ 10	2,36	"	6,25	47	88	"	308	48
+ 20	3,30	4,80	8,50	60	85	"	300	37

Acide sulfureux. — Les tensions de vapeur de ce gaz sont assez faibles, ce qui constitue un inconvénient sérieux pour l'obtention des basses températures, car l'aspiration des gaz au réfrigérant se fait à une pression inférieure à la pression atmosphérique lorsque la température est inférieure à -10 degrés.

(1) Voir le Génie Civil, t. XLV, n° 3, p. 37.

Par contre, la liquéfaction du gaz s'obtient à une pression très modérée, ce qui est un avantage précieux dans les pays chauds, surtout si la température à réaliser au réfrigérant est peu inférieure à 0 degré comme c'est le cas dans les fabriques de glace, les chocolateries, etc.

On attribue à l'acide sulfureux des propriétés lubrifiantes qui ne sont pas absolument certaines. Lorsqu'il est anhydre, il est neutre et n'attaque ni le bronze ni le fer, mais la moindre humidité, en présence de l'air, produit de l'acide sulfurique qui corrode les métaux. Si l'on travaille à l'aspiration à une pression inférieure à la pression atmosphérique, il est donc important de prendre toutes les précautions possibles pour empêcher complètement les rentrées d'air.

Chlorure de méthyle. — Le tableau précédent fait voir clairement les remarquables propriétés de ce corps préconisé par M. C. Vincent, professeur à l'École Centrale des Arts et Manufactures. Il bout, en effet, sous la pression atmosphérique, à -23 degrés; ses tensions de vapeur, quoiqu'es modérées, sont suffisantes pour qu'à -20 degrés l'aspiration se fasse à une pression supérieure à la pression atmosphérique et, à $+20$ degrés au condenseur, la liquéfaction s'opère sous une pression de 5 atmosphères au maximum. Sa chaleur de vaporisation est double de celle de l'acide sulfureux, ce qui est un avantage appréciable non seulement au point de vue de l'activité frigorifique, mais encore en ce qui concerne les dimensions du cylindre compresseur. Enfin ce gaz est absolument neutre; il se conserve sans altération et n'attaque ni les métaux ni les lubrifiants.

Bien qu'il soit facilement inflammable et d'un ravitaillement aléatoire, on peut dire qu'à tous égards, sauf certains cas particuliers, le chlorure de méthyle présente plus d'avantages que l'acide sulfureux. On ne s'explique donc pas qu'il ne soit pas encore plus répandu et que son application soit restée limitée à la France.

Ammoniaque. — Le gaz anhydre, que l'on obtient par distillation d'une dissolution ammoniacale concentrée, est bien véritablement l'agent intermédiaire le plus énergique employé à la production du froid. Liquéfié, il bout à -35 degrés sous la pression atmosphérique; à $+30$ degrés, il n'exige qu'une pression de 12 atmosphères pour se liquéfier: on peut donc l'utiliser à la production des plus basses températures exigées pour les applications industrielles du froid, et cela sous les climats les plus chauds.

Son odeur vive et pénétrante signale rapidement les moindres fuites, mais il est toxique et peut causer des accidents graves au personnel des machines dans le cas de rupture d'un récipient quelconque, surtout si la salle des machines est d'une capacité restreinte et peu ventilée. Pour la même raison, il n'est pas prudent de le faire circuler dans les locaux qui contiennent des substances alimentaires, car une fuite aurait pour effet d'altérer rapidement les produits à conserver ou de leur communiquer un goût et une odeur durables. Il est vrai que cet inconvénient disparaît si le refroidissement des locaux se fait au moyen d'une canalisation supplémentaire dans laquelle circule un liquide incongelable. Enfin, si le gaz ammoniac n'attaque pas le fer, il corrode le cuivre, ce qui oblige à proscrire complètement le bronze dans les machines qui l'emploient.

Acide carbonique. — A première vue on se demande quelles raisons ont bien pu pousser les promoteurs des machines à acide carbonique à employer ce gaz pour la production du froid. En effet, sa chaleur latente de vaporisation est faible, presque moitié moindre de celle de l'acide sulfureux, d'où activité frigorifique proprement dite très médiocre. Ses tensions maxima de vapeur, par contre, étant très élevées aux températures ordinaires, nécessitent l'emploi d'organes extrêmement résistants, car les pressions atteignent facilement 80 atmosphères au condenseur. Enfin, autre grave défaut, son point critique est à 31 degrés, ce qui crée une difficulté insurmontable à la liquéfaction de ce gaz quand on ne dispose que d'une petite quantité d'eau de rafraîchissement ou quand cette eau est à une température élevée, supérieure à 31 degrés, cas le plus habituel sous les climats tropicaux.

En résumé, des trois qualités que nous avons indiquées comme indispensables aux corps employés à la production du froid, l'acide carbonique n'en possède qu'une, mais à un degré excessif! Pourquoi donc l'a-t-on adopté, pourquoi l'emploie-t-on de plus en plus?

Parce que l'acide carbonique a des propriétés spéciales très différentes de celles des autres gaz liquéfiables.

Au point de vue de son mode d'action, on devrait plutôt le comparer à l'air qu'à l'ammoniaque ou à l'acide sulfureux. En effet, son activité frigorifique réelle est très grande à cause de la pression élevée à laquelle se fait l'aspiration et surtout du travail interne considérable absorbé par la détente; ce travail est en tous points semblable à celui que l'air comprimé produit au détendeur dans les machines à air. Cela est si vrai que les machines à acide carbonique continuent à produire du froid, sans grande chute de rendement, même lorsque la température au condenseur atteint et dépasse la température du point critique. A ce moment, il n'y a plus liquéfaction du gaz et absorption de la chaleur de vaporisation, le seul travail recueilli provient exclusivement du travail de détente pendant l'expansion dans le réfrigérant.

En fait, les machines à acide carbonique sont employées concurremment avec les machines à ammoniaque et elles sont particulièrement indiquées quand, disposant d'une eau de circulation assez fraîche, on veut obtenir des températures très basses.

L'acide carbonique, gaz inerte et neutre, n'attaque aucun métal. Il est sans odeur, ce qui est à la fois un avantage et un inconvénient. Sa préparation est facile et son prix modique.

Nous venons de passer en revue les quatre principaux corps qui sont employés actuellement dans les machines à froid. On en a proposé et essayé bien d'autres, tels que: l'éther sulfurique, l'éther méthylique, les liquides mixtes composés de deux ou de cinq liquides volatils, etc. Aucun d'eux n'a réussi à entrer dans la pratique industrielle.

Les machines à gaz liquéfiables (fig. 1) se composent, comme les machines à air, de quatre parties essentielles:

- 1° Compresseur;
- 2° Condenseur, liquéfacteur ou refroidisseur;
- 3° Détendeur;
- 4° Réfrigérant ou évaporateur.

Ces machines sont évidemment toutes à cycle fermé: le gaz comprimé est liquéfié par l'action combinée de la pression et du refroidissement, détendu, puis évaporé sous l'influence de la diminution de pression produite par l'aspiration du compresseur et le cycle recommence.

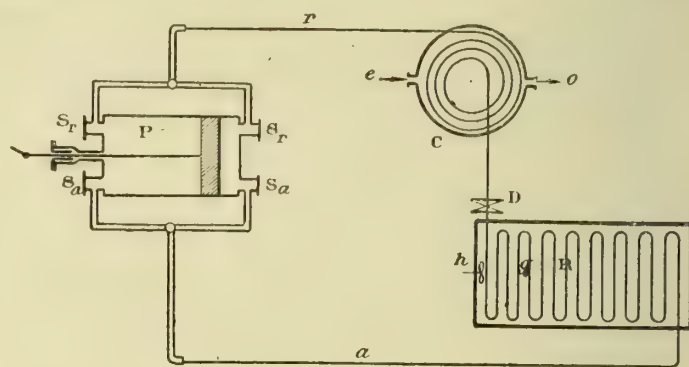


Fig. 1. — Schéma d'une machine à gaz liquéfiable.

C, condenseur; — D, détendeur; — P, compresseur; — R, réfrigérant; — Sa, Sr, soupapes d'aspiration et de refoulement; — a, conduite d'aspiration; — e, o, entrée et sortie de l'eau de refroidissement; — g, serpentin évaporateur; — h, turbine d'agitation; — r, conduite de refoulement.

Compresseur. — Le compresseur d'une machine à gaz liquéfiable ne présente pas de différence essentielle avec le compresseur d'une machine à air. Il est à simple ou à double effet, horizontal ou vertical, muni d'appareils de distribution et d'un stuffing-box.

En Europe, la plupart des compresseurs sont horizontaux et à double effet. Cette disposition a l'avantage de mettre tous les organes de la machine à la portée immédiate du conducteur; elle est également plus économique et se prête bien à la suppression du renvoi de mouvement par la commande en tandem du compresseur; toutefois, dans les machines de quelque importance, il est préférable d'atteler la machine motrice sur l'arbre-manivelle du compresseur.

Aux États-Unis on emploie de préférence des compresseurs verticaux à simple effet, jumelés et calés à 180 degrés sur l'arbre-manivelle. Cette disposition simplifie beaucoup le problème de l'étanchéité du stuffing-box et évite l'ovalisation des cylindres.

La distribution se fait maintenant presque exclusivement au moyen de soupapes automatiques munies d'un amortisseur (dash-pot) et d'un dispositif de sûreté empêchant la soupape rompue de tomber dans le cylindre. Les soupapes, généralement en fer ou en acier, doivent être facilement accessibles.

Le piston est analogue à celui d'une machine à vapeur; il est pourvu de segments métalliques et profilé comme les fonds du cylindre afin de diminuer les espaces nuisibles. Dans certaines machines verticales le piston est surmonté d'une épaisse couche d'huile qui s'écoule pendant la montée en assurant une étanchéité et un graissage parfaits, et qui supprime totalement l'espace nuisible.

Le presse-étoupe ou stuffing-box est l'organe délicat de toutes les machines à double effet. Il doit s'opposer complètement au passage du gaz soumis, à l'intérieur du cylindre, à une pression de plusieurs atmosphères, tout en n'occasionnant pas, par suite d'un serrage excessif, une trop grande résistance de frottement.

Généralement le presse-étoupe est à bain d'huile et est divisé en deux parties; l'espace libre entre ces deux parties est en communication avec l'aspiration, de sorte que le gaz qui a traversé la première garniture est renvoyé au compresseur, et la deuxième partie du stuffing-box n'est plus soumise qu'à la pression réduite de l'aspiration.

Certains constructeurs ont imaginé de congeler l'huile du stuffing-box par une dérivation d'ammoniaque détendue de manière à former un joint pâteux; un autre type de machine a été conçu dans le but de supprimer complètement le presse-étoupe ou plutôt de supprimer le

va-et-vient de la tige dans le presse-étoupe en remplaçant le mouvement alternatif par le mouvement rotatif.

La multitude des dispositifs proposés pour les stuffing-box est une preuve de la difficulté très grande de réaliser un presse-étoupe étanche, s'usant très peu, et n'occasionnant presque pas de frottement.

Condenseur-liquéfacteur. — Cet appareil est constitué par un faisceau de tuyaux dans lesquels passe le gaz comprimé et autour desquels on fait circuler l'eau de rafraîchissement. Les tuyaux sont droits ou disposés en serpentins. Lorsque l'eau n'est pas en quantité suffisante, le faisceau tubulaire est exposé à l'air et simplement arrosé d'eau, comme un Baudelot.

La circulation d'eau doit se faire en sens inverse du chemin parcouru par l'ammoniaque de manière à réaliser un refroidissement méthodique; une bonne disposition consiste à agiter l'eau de circulation au moyen de palettes ou d'une hélice.

Les tuyaux sont en cuivre ou en fer dans les condenseurs d'acide sulfureux, en fer ou en acier dans les condenseurs d'ammoniaque ou d'acide carbonique. Dans ces derniers, ils sont soudés bout à bout électriquement et forment un serpent continu sans autre joint que celui de chaque extrémité.

Généralement les serpentins hélicoïdaux des condenseurs sont immergés dans une cuve cylindrique en tôle; le gaz comprimé entre dans le condenseur par la partie haute et le liquide formé est recueilli dans un récipient spécial en communication avec la partie basse du serpent; l'eau de circulation entre par le fond de la cuve et sort à la partie supérieure.

On ne possède pas de règle absolue permettant de calculer exactement la surface qu'il faut donner au serpent du condenseur. Toutefois, l'expérience a montré qu'il suffisait de lui donner environ 10 décimètres carrés par kilogramme de glace à produire par heure. Cette valeur empirique doit évidemment varier avec la conductibilité du métal employé, la quantité d'eau de circulation, etc.

Détendeur. — Le détendeur des machines à gaz liquéfiables se réduit à un simple robinet à pointe qui règle l'écoulement du liquide dans

l'évaporateur. Ce n'est donc plus, à proprement parler, un détendeur mais bien plutôt un *robinet de jauge*, dont le réglage doit être fait avec beaucoup de soin.

Dans certaines machines à acide carbonique on a toutefois essayé d'utiliser le travail de détente par l'interposition d'un cylindre détenteur des machines à air. Cette complication, dont l'utilité n'est pas très grande, ne paraît pas avoir eu beaucoup d'applications.

Réfrigérant. — Le réfrigérant des machines à liquides est l'organe où l'on recueille le froid produit. Il est toujours constitué par un serpent d'une longueur plus ou moins grande et disposé de façons diverses suivant le but que l'on se propose. Sa description se placera donc tout naturellement dans le chapitre des applications.

Nous venons d'examiner en détail les organes essentiels des machines à gaz liquéfiables; il resterait à décrire les nombreux appareils qui complètent ces machines, mais nous sortirions du cadre de ce travail. Nous nous bornerons à énumérer les principaux; ce sont :

La pompe à huile qui assure le graissage du cylindre et du presse-étoupe;

Le séparateur-rectificateur d'huile qui empêche l'entraînement du lubrifiant dans les serpentins de l'évaporateur;

Le réservoir d'ammoniaque liquide dans lequel l'ammoniaque liquéfiée se rassemble au sortir du condenseur;

Le distributeur d'ammoniaque liquide qui assure une répartition égale de liquide aux différents serpentins du réfrigérant, etc.

Les types de machines à gaz liquéfiés sont très nombreux et leur nombre augmente chaque jour avec l'extension que prend cette intéressante industrie. Nous ne pouvons entreprendre ici de décrire les types les plus répandus; des ouvrages spéciaux donnent, à cet égard, tous les renseignements désirables.

En étudiant les principales applications du froid industriel, nous aurons, d'ailleurs, l'occasion de préciser la disposition des machines à gaz liquéfiés les plus répandues.

F. COTTAREL,

Ingénieur des Arts et Manufactures.

(A suivre.)

JURISPRUDENCE

LA COMPUTATION DES « POURBOIRES »

dans le calcul des indemnités d'accidents du travail.

La loi du 9 avril 1898 concernant les responsabilités des accidents dont les ouvriers sont victimes dans leur travail fixe à une quote-part du salaire l'indemnité qui est due à la victime : c'est la moitié du salaire journalier, s'il s'agit d'incapacité temporaire; c'est une rente égale à la moitié de la réduction que l'accident est susceptible de faire subir au salaire annuel, lorsqu'il y a incapacité permanente partielle; et, en cas d'incapacité permanente absolue ou de mort, c'est une rente équivalente aux deux tiers de ce même salaire annuel.

Aussi, rien n'est plus important que de déterminer, dans chaque espèce, le montant du salaire de la victime.

En général, cette détermination est facile, car le salaire est habituellement payé d'une manière fixe et régulière, en proportion du travail fait.

Mais il y a des cas où certaines rémunérations accessoires, d'un caractère plus ou moins exceptionnel, sont allouées à l'ouvrier en plus de son salaire fixe. Ces rémunérations font-elles corps avec le salaire lui-même et doivent-elles concourir à la fixation du salaire de base sur lequel sont calculées les indemnités d'accidents du travail?

La Cour de cassation a déjà jugé que l'on doit faire entrer dans le calcul du salaire de base, non seulement la rémunération correspondant au travail normal de l'ouvrier, mais encore les profits qui s'y ajoutent exceptionnellement, comme le salaire des heures supplémentaires, les primes allouées à l'ouvrier pour la rapidité ou la bonne qualité de son travail, pour l'économie réalisée par lui sur la matière première, pour le bon entretien des machines confiées à ses soins, etc. Ces profits présentent, en effet, tous les caractères d'un véritable salaire. (C. cass., 21 janvier 1903, 4 mars 1903, 3 août 1903, *Gazette du Palais*, 1903-2-463.)

Doit-il en être de même à l'égard des pourboires payés à l'ouvrier par les tiers avec lesquels il est mis en relation par l'accomplissement de son contrat de louage de services? Ces pourboires doivent-ils être ajoutés au salaire fixe pour le calcul du salaire de base?

C'est une question qui a été très controversée jusqu'en ces derniers temps.

Dans un premier système, on faisait ressortir le caractère aléatoire et facultatif du pourboire pour refuser de le considérer comme un supplément de salaire. On ajoutait que ce pourboire est étranger au contrat de louage intervenu entre le chef d'industrie et l'ouvrier. Tandis que le salaire est la rémunération prévue et convenue entre les parties, les pourboires ne font l'objet d'aucune stipulation dans le

contrat d'engagement; et s'il arrivait que, par dérogation aux usages, ces pourboires ne soient pas payés à l'ouvrier, celui-ci serait sans droit pour les demander au patron. (Cour de Rouen, 11 avril 1900; Cour de Montpellier, 12 juillet 1900; Cour de Limoges, 17 mai 1901, *Dalloz*, 1902-2-297.)

Mais la Cour de cassation vient de se décider en sens contraire, par cette considération que les patrons tiennent généralement compte des pourboires pour diminuer le salaire qu'ils paient à leurs ouvriers. Il en est ainsi, notamment, dans les entreprises de transport, où les camionneurs et charretiers-livreurs ne reçoivent du patron qu'un salaire inférieur à celui qui leur serait certainement attribué, s'il n'y avait pas cette perspective de pourboires assurés. De sorte que c'est le patron, en réalité, qui profite indirectement du pourboire, toutes les fois que celui-ci est consacré par l'usage; il tient compte de son importance présumée pour réduire en conséquence le salaire qu'il paie à l'ouvrier.

Peu importe, d'ailleurs, le caractère facultatif du pourboire. Le caractère facultatif d'une rémunération ne l'empêche pas d'être un salaire; ainsi, les heures supplémentaires, les étrennes, les primes de bon entretien, d'économie, etc., et tous autres avantages que le patron peut faire à ses ouvriers à titre facultatif, n'en servent pas moins à déterminer le salaire annuel.

L'atée est aussi sans effet sur les éléments constitutifs du salaire : le gain de l'ouvrier qui travaille à la tâche est bien un salaire et pourtant il est aléatoire.

Enfin, s'il est vrai que l'évaluation des pourboires est plus ou moins difficile à faire, cette difficulté n'est pas une raison suffisante pour qu'il ne soit pas tenu compte de ces profits.

Telles sont les raisons dont la Cour de cassation s'est inspirée, dans son arrêt du 15 mars 1904, cassant un arrêt de la Cour d'appel de Limoges qui avait refusé de considérer les pourboires d'un charretier-livreur comme un élément intégrant du salaire qu'il s'agissait de déterminer.

L'arrêt de la Cour de cassation est ainsi conçu :

La Cour;

Vu l'article 10 de la loi du 9 avril 1898;

Attendu que la rente due à la victime d'un accident du travail ou à ses représentants doit être d'une fraction de la rémunération effective que l'ouvrier a reçue pendant les douze mois qui ont précédé l'accident et réparer ainsi, dans une mesure fixée à forfait, le préjudice qui résulte de l'accident, soit pour lui, soit pour ceux aux besoins desquels il subvenait; que dans les entreprises où l'usage veut que l'ouvrier reçoive un pourboire du client et où, par suite, le chef de l'entreprise ne lui paie qu'un salaire inférieur à celui qui est alloué aux ouvriers de même catégorie sans rapports avec le public, le pourboire devient un supplément de salaire dont il doit être tenu compte pour déterminer la rémunération effective de l'ouvrier; que la difficulté que

peut avoir le juge à évaluer le montant des pourboires touchés dans l'année ne saurait en modifier le caractère, et qu'il importe peu qu'ils soient payés par des tiers, puisqu'en réalité ces tiers acquittent la dette du patron;

Attendu que l'arrêté attaqué constate que L..., charretier-livreur, au service de B... et B..., entrepreneurs de camionnage, est mort des suites d'un accident du travail survenu le 23 septembre 1900; qu'il ne conteste pas l'allégation produite qu'il ne touchait de ses patrons qu'un salaire inférieur à celui qui lui eût été alloué s'il n'eût dû compter les pourboires d'usage; qu'il refuse néanmoins d'évaluer le montant de ces pourboires pendant les douze mois qui ont précédé l'accident et de les comprendre dans la supputation du salaire qui doit servir de base à la fixation des rentes à payer à ses enfants mineurs jusqu'à seize ans; qu'en statuant ainsi, ledit arrêté a violé l'article ci-dessus visé;

Par ces motifs;

Casse et renvoie devant la Cour de Riom (1).

La Cour de cassation n'avait pas encore eu l'occasion de se prononcer sur ce point. Mais le système qu'elle a consacré par la décision qui précède, avait été déjà affirmé dans plusieurs jugements de tribunaux de première instance et arrêts de Cours d'appel. (Trib. civ. Cambrai, 15 mars 1900; Trib. civ. Pau, 24 avril 1902; Cour de Paris, 12 janvier 1901, *Sirey*, 1902-2-68.)

Louis RACHOU,
Docteur en droit,
Avocat à la Cour d'appel de Paris.

VARIÉTÉS

Balance dynamométrique pour l'étude de la résistance de l'air (2).

Les balances dynamométriques sont des appareils employés depuis plusieurs années par le colonel Ch. Renard à l'établissement de Chalais pour l'exécution de mesures précises relatives à la résistance de l'air. Elles peuvent être simples ou doubles.

La balance simple permet seulement de déterminer la valeur du moment résistant d'une machine tournant dans l'air autour d'un axe de symétrie. La balance double permet de mesurer simultanément le moment résistant d'une hélice ou d'un groupe symétrique de surfaces obliques et la poussée de ce système, c'est-à-dire l'effort exercé dans la direction de l'axe de rotation. Cet appareil a surtout été employé pour l'étude des hélices (3).

La figure 1 représente le schéma d'une balance dynamométrique

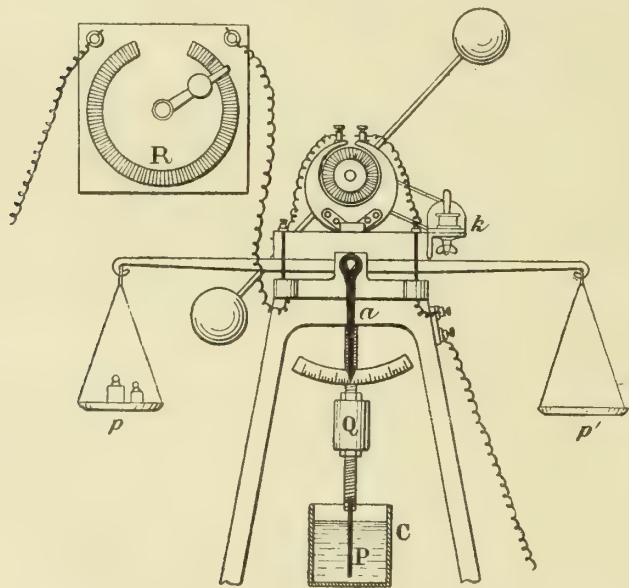


Fig. 1. — Schéma d'une balance dynamométrique simple.

simple montée pour mesurer la résistance d'un groupe de sphères. La sensibilité de cet appareil peut être réglée par le déplacement du poids Q; les oscillations sont amorties au moyen d'un plan P oscillant dans une cuve à eau ou à huile C.

Sur le fléau de la balance est monté un équipement mécanique oscillant avec lui. Cet équipement comprend un moteur électrique recevant son courant par deux fils qui plongent dans deux godets à mercure. Ce

moteur actionne, par des engrenages qu'on peut changer suivant les besoins, le système symétrique tournant dans l'air dont on veut déterminer la résistance. Une aiguille a permet de ramener l'appareil au zéro de la graduation, soit au repos, soit pendant l'expérience. La résistance R permet de faire varier l'intensité du courant.

S'il s'agit de mesurer un moment résistant, on équilibre l'appareil au repos, puis on donne le courant. Le moteur lance le système résistant qui prend bientôt un mouvement uniforme de rotation. L'équilibre de la balance est détruit et tout l'ensemble ne peut être maintenu dans sa position initiale que si on lui applique un moment égal et contraire au moment de réaction de l'air sur l'appareil mobile. On obtient ce résultat en plaçant des poids dans l'un des plateaux de façon à ramener l'aiguille au zéro.

Le moment de ce poids par rapport à l'axe d'oscillation, dont le bras de levier est connu, est égal nécessairement au moment résistant qu'il s'agit de mesurer.

Cette méthode, éliminant tous les frottements intérieurs du mécanisme, établit une égalité rigoureuse (dans les limites de précision de la balance) entre le moment à mesurer et le moment du poids placé sur le plateau.

Aussi les résultats obtenus avec cet appareil sont-ils d'une régularité remarquable; des mesures, séparées par plusieurs années, ont donné des résultats identiques en ramenant, bien entendu, ces résultats à une même valeur du poids spécifique de l'air.

En pratique, on place d'avance un poids dans le plateau p et l'on fait varier le courant au moyen de la résistance continue R jusqu'à ce qu'il soit juste soulevé. L'opération est ainsi plus facile et plus précise.

La vitesse angulaire est mesurée au moyen d'un compteur de tours débrayable k .

Cet appareil a permis de tarer les moulinets dynamométriques (1). Il a été aussi utilisé pour des mesures comparatives de résistances de carènes aériennes simples de diverses formes (plans minces, sphères, carènes fusiformes, cylindres transversaux, etc.).

La balance double comprend un équipement identique, suspendu à la cardan autour de deux axes horizontaux perpendiculaires (le premier parallèle, le second perpendiculaire à l'axe de rotation). Deux cadrans et deux aiguilles permettent le retour au zéro dans les deux sens.

Moyennant des modifications de détail, les balances dynamométriques pourraient être appliquées aux recherches relatives à la résistance de l'eau.

Monte-charge à air comprimé.

La facilité avec laquelle on transporte l'énergie mécanique au moyen de l'air comprimé a fait naître un grand nombre de moteurs, en général peu puissants, qui utilisent cet air comprimé. Dans ceux de ces moteurs qui sont adaptés aux appareils portatifs, comme les monte-charges, on a généralement sacrifié l'économie à la commodité et

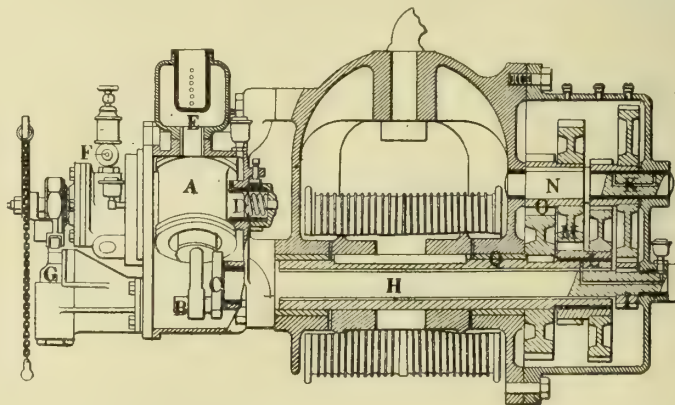


Fig. 1. — Coupe longitudinale du mécanisme du monte-charge.

on s'est peu préoccupé d'obtenir un bon rendement. On peut constater, par exemple, avec quelques-uns de ces petits moteurs que la consommation d'air est à peu près la même, qu'ils fonctionnent à vide ou avec charge. Le *Génie Civil* a déjà signalé un de ces appareils (2). Dans le monte-charge que nous allons décrire (3), on s'est efforcé de réaliser une machine qui soit non seulement d'un emploi facile mais encore d'un rendement mécanique satisfaisant.

L'appareil se compose (fig. 1) de trois parties; le mécanisme mo-

(1) *Gazette des Tribunaux*, numéro du 14 avril 1904.

(2) Note du colonel Ch. Renard, présentée par M. Maurice Lévy, à l'Académie des Sciences, dans la séance du 16 mai 1904.

(3) Voir le *Génie Civil*, t. XLIV, n° 5, p. 78, et n° 7, p. 410. (*Comptes rendus de l'Académie des Sciences*.)

(4) Voir le *Génie Civil*, t. XLV, n° 2, p. 28.

(2) Voir le *Génie Civil*, t. XLIV, n° 3, p. 77.

(3) D'après l'Iron Age.

teur à une extrémité, le tambour d'enroulement du câble au centre et le train d'engrenage réducteur de vitesse à l'autre extrémité.

Le mécanisme moteur (fig. 1 et 2) comprend deux cylindres à double effet A du type oscillant, dont les axes sont inclinés à 90 degrés l'un sur l'autre; les tiges des pistons de ces cylindres sont attachées au même bouton B d'un plateau-manivelle C, dont la forme est telle, qu'il constitue contrepoids d'équilibrage pour les pièces excentrées en mouvement.

Les pistons sont coniques et s'adaptent sur les fonds de cylindre qui sont de même forme, de façon à réduire au minimum les espaces nuisibles. On a trouvé à cette disposition l'avantage de conserver la compacité à l'ensemble du mécanisme tout en donnant une grande longueur au presse-étoupe de la tige du piston; le manque d'étanchéité de la garniture est en effet extrêmement fréquent dans les cylindres oscillants; c'est même peut-être leur principal défaut. Cette garniture est entièrement métallique.

Chacun des segments des pistons est fait en trois parties qui sont appuyées contre le cylindre par deux ressorts pour chacune d'elles.

La distribution se fait au moyen de tiroirs à mouvement circulaire s'appliquant contre les glaces dont sont munis les cylindres et appuyés contre ceux-ci, grâce aux ressorts D placés sur l'axe de rotation commun de chaque cylindre et de son tiroir.

Le levier de commande est manœuvré par des chaînes, et donne la marche dans le sens désiré, selon que l'une ou l'autre des chaînes est tirée. Les gaz provenant de l'échappement, refroidis par la détente, sortent en E après avoir parcouru toute la boîte du mécanisme et rafraîchi les parties frottantes.

Immédiatement au-dessous du levier de commande se trouve un piston G qui est poussé par le haut par un ressort et qui maintient en temps normal le levier dans la position médiane correspondant à l'arrêt.

La conduite d'amenée de l'air comprimé est adaptée en F.

L'arbre moteur traverse librement le tambour d'enroulement et vient, au moyen du train d'engrenages, actionner les arbres intermédiaires K, L, N, et enfin l'arbre creux sur lequel est calé le tambour. Celui-ci, qui est divisé en deux parties, est muni de rainures profondes dont les spirales sont tournées en sens contraire pour chacune des moitiés. De cette façon le câble ne peut chevaucher et comme la suspension se fait par quatre brins (fig. 3), la résultante verticale des efforts passe exactement par le crochet d'attache: l'appareil est toujours équilibré quelle que soit la charge qui y est suspendue.

Ce monte-charge se fait en trois dimensions; il peut recevoir de 24 à 30 mètres de câble suivant les types, ce qui correspond à une élévation possible de la charge de 5^m 50 à 7^m 50. Lorsqu'il est alimenté avec de l'air comprimé à 6 kilogr. par centimètre carré et chargé au maximum, la vitesse d'élévation la plus grande qu'on puisse atteindre est de 6^m 50 par minute.

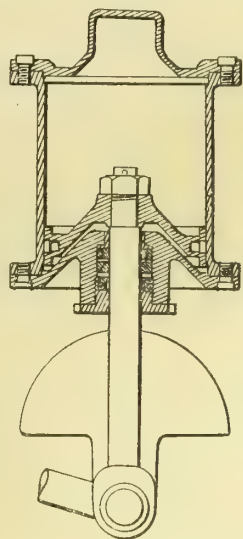


FIG. 2.
Coupe longitudinale
d'un des pistons moteurs.

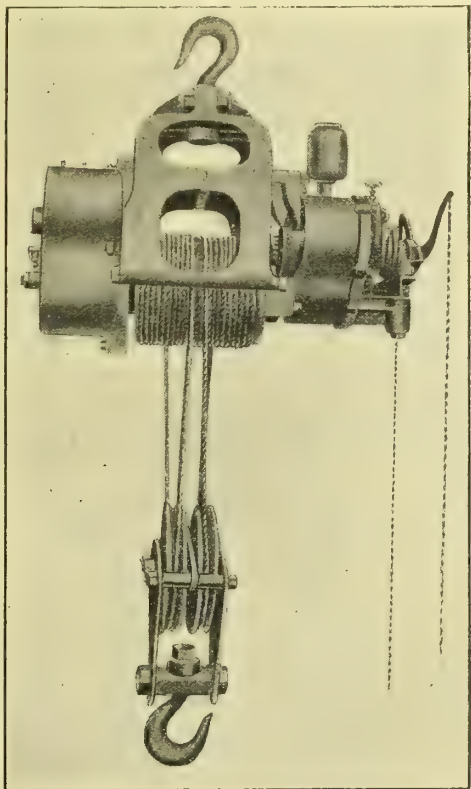


FIG. 3. — Vue d'ensemble du monte-charge.

Essais pour la détermination des forces intérieures dans le béton armé.

Au moment de la prise d'un bloc de béton à l'intérieur duquel se trouve une pièce de métal, il s'exerce entre celui-ci et le béton des efforts qui font naître soit une tension soit une compression dans la pièce métallique; ces efforts ont en outre pour effet de produire une adhérence entre la pièce métallique et le béton.

L'existence de ces efforts et la détermination de leurs valeurs ont fait l'objet de recherches de la part de MM. Peabody et W. Emerson. Ces recherches ont duré deux ans; nous en donnons le mode opératoire et les résultats d'après l'*Engineering News*.

Travail du métal. — Les essais ont porté sur vingt-cinq barres de fer ayant 1^m 03 de longueur et pour section un carré de 13 millimètres de côté. Aux extrémités de chaque barre, on a serti des blocs d'argent dont la face extérieure avait été polie et portait un trait fin. La distance des deux traits était d'environ 1 mètre; elle était mesurée au comparateur et à moins d'un demi-micron, par un procédé analogue à celui qui permet de mesurer les étalons de longueur, une des barres étant conservée comme témoin.

La longueur des barres ayant été mesurée, celles-ci furent prises, par leur partie médiane seulement, dans des blocs soit de béton, soit de ciment ou de mortier de ciment dont les compositions étaient différentes. Les blocs furent placés dans diverses conditions de prise. Ils avaient tous mêmes dimensions: 915 millimètres de longueur et une section carrée de 203 millimètres de côté.

Un même nombre de jours après la prise et à intervalles différents s'étendant sur une durée totale de trois mois, la longueur entre les deux traits des barres enserrées dans le béton était comparée à celle de la barre témoin.

Dans les cas où la prise s'est effectuée dans l'air, la barre s'est raccourcie; il n'y a eu exception que lorsque le ciment a été employé seul. Au contraire pour les barres ayant fait leur prise dans l'eau, il y a toujours eu allongement sans exception.

La variation de longueur augmente avec le temps. Elle ne change guère de signe qu'avec le ciment pur: avec celui-ci il y a d'abord tension, puis ensuite contraction; les auteurs attribuent ce résultat au dégagement de chaleur qui, dans ce cas, accompagne la prise, dégagement qui n'a pu être observé que dans ce cas seulement.

La valeur de l'effort qui, dans la barre, est dû à la compression ou à la tension, est donnée par la formule de Hooke,

$$e = E \frac{T}{L}$$

dans laquelle e est l'effort par unité de surface de la section, L la longueur de la partie de la barre qui a été insérée dans le béton, T la variation de longueur et E le coefficient d'élasticité du métal.

Les variations maxima de longueur mesurées plusieurs mois après la prise ont été, dans ces expériences, de 526 divisions (allongement) et de 446 divisions (contraction) de l'oculaire micrométrique du microscope (valant chacune 0,481 microns), soit 253 et 214 millièmes de millimètre.

Le béton des échantillons qui ont présenté ces variations a été brisé et les barres ont été mesurées à nouveau, montrant qu'à 11 et 20 divisions près les barres avaient repris leurs longueurs primitives, ce qui prouve bien que l'action est due uniquement à l'adhérence du métal pour le béton.

L'examen des diagrammes publiés par les auteurs montre aussi le rôle important joué par l'eau pour déterminer la grandeur de ces efforts. Ainsi des barres qui s'étaient raccourcies alors que la prise avait été faite dans l'eau, se sont allongées ensuite quand on les a laissées exposées à l'air. Ceci prouve évidemment, en même temps, que le volume occupé par le béton dépend de la quantité actuelle d'eau qu'il renferme.

La durée des observations, quoique très longue, n'a pas permis de supposer l'existence d'un maximum ou d'un arrêt dans l'allongement ou le raccourcissement; il semble que l'action réciproque du métal et du béton se poursuive indéfiniment.

Adhérence du métal pour le béton. — Dans une première série d'essais, des cubes de 153 millimètres de côté furent faits en mortier de ciment de même composition, à trois pour un, dans lesquels on inséra des barres saillant aux deux extrémités. Ces barres étaient de formes et de dimensions différentes; chaque échantillon était placé sur une machine à étirer donnant à tout instant la valeur de la tension exercée sur lui jusqu'au moment où le mortier se détachait de la barre.

Les résultats trouvés semblent prouver que l'adhérence est d'autant meilleure que la section de la barre présente plus de symétrie; l'adhérence est augmentée par la torsion et par la présence de parties saillantes, comme des rivets par exemple.

Pour déterminer l'influence de la nature du béton, des barres iden-

tiques, de section carrée, ayant 25 millimètres de côté, furent traitées de même en employant des bétons de compositions différentes. Le tableau suivant donne quelques-uns des résultats trouvés et montre que la richesse du béton en ciment n'a qu'un effet négligeable sur l'adhérence. La longueur de la partie des barres en contact avec le béton variait de 254 à 263 millimètres d'un échantillon à l'autre.

Les essais faits quarante jours après la prise ou quatre-vingts jours après, n'ont pas montré de différence appréciable entre les chiffres trouvés. On en peut conclure que l'adhérence atteint sa valeur maximum très rapidement et n'augmente pas sensiblement avec le temps dès que quelques jours se sont écoulés après la prise. C'est la valeur moyenne des chiffres trouvés pour chaque cas correspondant à quatre essais identiques qui figure dans ce tableau.

COMPOSITION DU BÉTON	CHARGE EN KILOGRAMMES par centimètre carré de surface en contact
Ciment pur.	19,54
Ciment, 1 ; sable, 3.	28,89
Ciment, 1 ; sable, 2 ; pierre cassée, 4.	41,26
Ciment, 1 ; sable, 3 ; pierre cassée, 6.	33,60
Ciment, 1 ; sable, 2 ; gravier, 4.	38,45
Ciment, 1 ; sable, 3 ; gravier, 6.	36,27

Quoique la moyenne des quatre derniers nombres de ce tableau soit de 37^{kg} 40 par centimètre carré de surface adhérente, l'expérience a fait reconnaître aux auteurs qu'il convient, en pratique, de rester bien au-dessous de cette limite et que, dans tous les cas où c'est possible, il y a lieu d'augmenter la liaison entre le béton et le métal par des moyens mécaniques : attaches, rivets, torsion, etc.

Les nouveaux ponts sur le Nil, au Caire.

Le Gouvernement égyptien vient de conférer à une maison anglaise la construction de trois nouveaux ponts sur le Nil, au Caire. Comme on le verra dans le tableau ci-après, l'industrie française a été très brillamment représentée au concours qui a précédé cette adjudication et sur lequel il est intéressant de dire quelques mots.

Nous extrayons du cahier des charges-programme les renseignements qui suivent, relativement aux données principales d'établissement de ces ouvrages. Ce sont des ponts-routes, avec une double voie de 1 mètre pour des tramways, sur l'un des côtés de la chaussée.

Les ouvrages à construire sont les suivants :

A. — Deux ponts sur le petit bras du Nil, entre le vieux Caire et l'île de Rodah, un de 83 mètres de longueur et l'autre de 67 mètres. La largeur totale entre garde-corps est de 15 mètres, soit :

Deux trottoirs de 1 ^m 50	mètres.	3
Zone réservée aux tramways.	—	5
Chaussée libre pour les véhicules ordinaires	—	7
TOTAL.	mètres.	15

Toute latitude est laissée aux constructeurs, dans le choix des dispositions à proposer pour ces deux ouvrages ; on doit seulement laisser, autant que possible, la vue libre sur le fleuve.

B. — Un pont sur le grand bras du Nil, de 535 mètres de longueur totale, la largeur entre garde-corps étant de 20 mètres, soit :

Deux trottoirs en encorbellement de 2 ^m 50 de largeur	mètres.	5
Zone réservée aux tramways.	—	5
Chaussée libre pour les véhicules ordinaires	—	10
TOTAL.	mètres.	20

Cet ouvrage comprend une partie tournante donnant à la navigation deux passages libres de 20 mètres chacun ou un seul passage de 40 mètres de largeur utile.

La cote de la chaussée du grand pont est fixée à + 25,50 et le dessous du tablier à + 22,20, soit 3^m 30 seulement de hauteur totale, ce qui impose une solution par petites travées.

Les fondations devront être exécutées à l'air comprimé, à l'exclusion de tout autre système de fonçage.

Le fond du fleuve est à la cote + 6,00 environ vers la partie tournante du pont.

La cote générale prévue, pour les couteaux des caissons, est à — 7,00,

les plus hautes crues du fleuve peuvent aller jusqu'à + 21,13, soit 28 mètres environ au-dessus du plan des couteaux, et il est possible qu'en exécution, la nature du terrain conduise à descendre les fonçages davantage. On voit, par ces données sommaires, que les fondations de cet ouvrage sont assez difficiles et que le grand nombre des piles les rendra coûteuses.

Les offres des constructeurs devaient être présentées sous la forme d'un prix à forfait, pour l'ensemble des trois ouvrages. Ce prix comprenant la partie métallique, les maçonneries et travaux de défense, c'est-à-dire, en résumé, la fourniture complète et la construction des ouvrages, tels qu'ils étaient définis, en principe, au cahier des charges-programme du concours. La date de l'ouverture publique des soumissions était fixée au 1^{er} février 1904, et le résultat des offres faites par les maisons concurrentes est indiqué dans le tableau ci-après, dans lequel les concurrents sont classés d'après le prix du plus coûteux de leurs projets, classement qui ne préjuge, naturellement, en rien de la valeur technique de ces projets.

NOMS DES SOUMISSIONNAIRES	NATIONALITÉ	PROJETS			
		N° 1	N° 2	N° 3	N° 4
1 Société anonyme des fondations à compression mécanique du sol.	Français	francs 4 750 000	francs 4 100 000	»	»
2 Kessler et Cie	Français	4 930 000	4 730 000	4 680 000	»
3 William Arrol et Cie.	Anglais	4 987 138	»	»	»
4 Société de Construct. méc. (Cail).	Français	5 096 000	»	»	»
5 Fives-Lille	Français	5 100 000	4 950 000	4 580 000	4 490 000
6 Padova et Rollin	Ital. et Belge	5 424 600	4 468 600	»	»
7 Ponts et Travaux en fer	Français	5 450 000	4 500 000	»	»
8 Baume et Merpent.	Belge	5 389 000	5 147 200	5 069 200	»
Id.	Id.	5 298 800	4 994 600	4 947 800	»
Id.	Id.	5 210 400	4 770 400	4 849 520	»
9 Daydé et Pillé.	Français	5 435 000	4 390 000	4 340 000	»
10 Buss et Cie	Allemand	6 337 000	6 005 000	5 609 000	»
11 Harkot	Allemand	8 268 000	»	»	»
12 Pearson.	Anglais	9 165 750	9 090 000	»	»
13 Sir John Jackson.	Anglais	10 602 800	10 488 400	»	»

Ce tableau montre que les constructeurs français ont fait un grand effort et qu'ils se trouvaient dans les meilleures conditions de succès, par suite du bas prix de la plupart de leurs projets. Il est, d'ailleurs, inutile d'ajouter qu'au point de vue technique, ces projets pouvaient soutenir dignement la comparaison avec leurs rivaux et nous croyons même pouvoir affirmer que la plupart d'entre eux étaient excellents.

Il semblait d'autant plus légitime d'espérer un succès de nos nationaux que le seul projet anglais comparable pour les prix, celui de la maison Arrol, était incomplet, et *n'était pas conforme au cahier des charges*. Le système de fondations primitivement proposé par cette maison, était, en effet, tout différent de celui par l'air comprimé seul admis par le cahier des charges, à l'exclusion de tout autre système. Ce projet aurait donc dû être écarté sans examen, selon les règles ordinaires de tous les concours, or c'est précisément celui qui a été choisi.

La Commission d'examen, présidée par Sir William Garstin, sous-secrétaire d'État au Ministère des Travaux publics, devait faire connaître sa décision dans le délai de deux mois, c'est-à-dire le 31 mars, au plus tard. Mais c'est seulement le 16 mai que l'adjudicataire a été désigné.

Les causes de ce retard sont bien connues des intéressés et la décision de la Commission, prévue longtemps à l'avance, n'a, paraît-il, surpris personne lorsqu'elle a désigné la maison anglaise Arrol. Il serait, d'ailleurs, inexact de maintenir toutes les critiques qui avaient été formulées, au début, contre le projet primitif de cette maison, car il a été, depuis lors, amélioré et complété. Il n'en est pas moins vrai que le choix de ce projet paraît avoir été dicté plutôt par le désir de favoriser un concurrent de nationalité anglaise que par le seul souci de récompenser le projet le plus méritant.

D'après le rapport de la Commission, le projet Arrol a été choisi, de préférence à tout autre, « parce que, seul, il présente des garanties de *durée éternelle* ». Le cahier des charges n'en demandait pas autant et cette clause n'y figurait pas, bien qu'il en contint d'assez bizarres. C'est ainsi que l'on disposait seulement de 0^m 30 de hauteur, pour les petits ponts, et force a bien été, à tous les constructeurs, de prendre un peu plus de hauteur pour franchir, même avec des piles, des portées de 83 mètres et de 67 mètres !

SOCIÉTÉS SAVANTES ET INDUSTRIELLES

Académie des Sciences.

Séance du 16 mai 1904.

M. MASCART, président, annonce à l'Académie la mort de MM. SARRAU, membre de la section de mécanique, et MAREY, membre de la section de médecine.

M. Sarrau, Inspecteur général des Poudres et Salpêtres, a consacré la plus grande partie de sa vie à la solution des nombreux problèmes que soulevait, pour les services dont il était chargé, la transformation des armes de guerre. Il s'était révélé dans son cours de Mécanique à l'École Polytechnique, comme un professeur hors ligne, et les Mémoires qu'il a publiés, dans le *Mémorial des Poudres et Salpêtres*, ont acquis une autorité universelle.

M. Marey, doyen de la section de médecine, fut le fondateur de la méthode graphique appliquée à l'étude des fonctions de l'être vivant. Mettant à profit avec une adresse exceptionnelle les ressources de la Mécanique, de l'Électricité et de la Photographie, pour étudier tous les phénomènes mécaniques de la machine vivante, depuis le bourdonnement de l'insecte et le vol des oiseaux jusqu'aux moindres détails de la locomotion des grands animaux et de l'homme, il arrivait à mettre en relief le jeu normal des organes et à pénétrer les relations entre l'anatomie de ceux-ci et leurs fonctions. Une de ses préoccupations était d'uniformiser les méthodes d'observation en Physiologie, afin que les résultats obtenus dans tous les pays puissent être comparables.

Chimie minérale. — *Sur l'électrolyse du chlorure de calcium.* Note de M. Henri MOISSAN.

M. Moissan fait ressortir les particularités de ses expériences personnelles sur l'électrolyse du chlorure de calcium, exposées dans une note précédente (1), et leurs différences avec celles de M. Bul-lier, qui revendiquait, dans l'un de ses brevets, le procédé de préparation électrolytique des carbures et acétylures des métaux alcalins et alcalino-terreux, consistant à soumettre à l'action du courant un bain en fusion contenant un chlorure ou un sel haloïde du métal dont on veut obtenir les carbures additionnés de carbone et de l'oxyde ou d'un sel du dit métal.

Ces expériences de M. Moissan se différencient des autres, en ce que le bain liquide est facilement électrolysable et qu'il se produit, même en présence du charbon, plus de calcium que de carbure.

Chimie organique. — *Colorants du triphénylméthane, solides aux alcalis.* Note de M. Charles LAUTH, présentée par M. A. Haller.

Il est souvent utile, pour faciliter ou modifier certaines réactions chimiques, de remplacer l'hydrogène d'un groupe AzH^3 dans les amines aromatiques par divers substituants.

M. Lauth a cherché à appliquer cette réaction générale à ces leucobases du triphénylméthane qui, après hydroxylation, sulfonation et oxydation donnent naissance à des matières colorantes très riches possédant la précieuse propriété d'être solides aux alcalis. En particulier, il a tenté ces substitutions dans les leucodérivés qu'on obtient par la réduction des produits de condensation de l'essence d'aman-des amères méthanitrée sur la diméthyl- ou la diéthylaniline. Il a fait réagir sur ces leucobases une série d'agents de substitution et les produits ainsi obtenus ont été étudiés au point de vue de la nature des colorants qu'ils sont susceptibles de fournir. Les résultats les plus intéressants ont été donnés par les dérivés provenant du chlorure d'acétyle ou de l'anhydride acétique et du chlorure de l'acide benzène-sulfonique: C^6H^5 , SO^2Cl .

On obtient ainsi des matières colorantes bleues, analogues au *bleu patenté* et possédant les mêmes qualités de résistance aux alcalis et de pureté de nuance. Avec le dérivé aminé non substitué on obtient non des bleus, mais des verts.

Électricité. — I. — *Sur l'état microscopique des pôles et les spectres des décharges.* Note de M. B. ÉGNITIS, présentée par M. J. Violle.

Quand les étincelles jaillissent, l'aspect microscopique des pôles n'est pas le même pour tous les métaux. Ainsi, l'état des pôles de manganèse, de fer, de platine, de nickel est très différent de celui des pôles de plomb, d'aluminium, d'étain, etc.

Les bouts des pôles, constitués de métaux de la première catégorie, sont ornés de points brillants qui se ramassent surtout sur les arêtes ou les sommets des pôles. Les métaux de l'autre série ne présentent pas de points pareils et les étincelles, dans ce cas, paraissent jaillir d'un point unique ou d'une partie restreinte des pôles.

Les photographies des pôles, prises avec un très fort grossissement incitent à penser que chacun des points brillants est un centre d'émission de vapeurs incandescentes. On dirait que ces points sont de véritables cratères microscopiques, disséminés sur une longueur qui varie avec la nature des pôles, leur forme, leur distance, la self-induction du circuit, etc.

Enfin, les variations de l'état des pôles que l'on distingue au microscope, quand la self-induction augmente, peuvent être provoquées par d'autres moyens (élévation de température qui multiplie les points brillants, par exemple).

II — *Explication des colorations diverses que présente un même tube à gaz raréfié.* Note de M. H. PELLAT, présentée par M. LIPPMANN.

L'auteur, qui avait antérieurement montré par une expérience décisive que la luminescence du gaz dans un tube de Geissler était due, même pour la colonne anodique, aux chocs des corpuscules négatifs et non à ceux des ions positifs, conformément à l'hypothèse de J.-J. Thomson, reprend l'explication donnée par ce savant des aspects divers que prend la décharge dans un tube à gaz raréfié et, en particulier, des strates.

Il admet que, lorsqu'un corpuscule a frappé une molécule gazeuse, il perd sa force vive et devient incapable de provoquer la luminescence en rencontrant une autre molécule avant d'avoir repris, sous l'influence du champ électrique, une vitesse minimum à partir de laquelle son choc peut déterminer cette luminescence du gaz. Il en est de même pour les corpuscules secondaires mis en liberté par l'ionisation de la molécule gazeuse au moment où elle est frappée, comme l'admet Thomson.

Ce point de départ permet d'expliquer la couleur différente de la gaine cathodique et de la colonne anodique.

Hygiène. — *Sur un mode d'épuration bactérienne des eaux de source et de rivière au moyen des sables fins.* Note de MM. P. MIQUEL et H. MOUCHET, présentée par M. Roux.

Le procédé proposé par MM. Miquel et Mouchet consiste à diriger les eaux suspectes ou impures au-dessus d'une masse homogène de sable très fin, de 1 mètre d'épaisseur environ, soutenue par une couche de gravier convenablement drainée.

L'eau distribuée aussi uniformément que possible à la surface du filtre disparaît rapidement et abandonne dans les premières couches de sable les bactéries et les particules solides qu'elle charrie. Après avoir cheminé lentement sous l'action de la pesanteur dans le sable fin, elle s'échappe librement de la base du filtre, parfaitement clarifiée et épurée au point de vue bactériologique.

Les expériences des auteurs leur ont donné des résultats très satisfaisants.

Mécanique appliquée. — *Recherches relatives à la résistance de l'air au moyen d'un nouvel appareil appelé balance dynamométrique.* Note de M. Ch. RENARD, présentée par M. Maurice Lévy.

La note du colonel Renard est reproduite in extenso plus haut, page 60.

Physique biologique. — *Étude de la moelle épinière au moyen des rayons N.* Note de MM. André BROCA et A. ZIMMERN.

On sait que les rayons N sont émis par les divers organes surtout pendant leur fonctionnement et que ces rayons se manifestent par l'augmentation de l'éclat du sulfure de calcium phosphorescent. L'écran phosphorescent donne des résultats précieux dans l'étude de la moelle épinière. On a, en effet, décrit dans celle-ci certains centres qui président à des fonctions organiques bien déterminées (centre cilio-spinal, centres vaso-moteurs, etc.), mais on est assez mal fixé sur leur situation.

MM. Broca et Zimmern ayant étudié la moelle dorsale, lombaire et sacrée au moyen du tube de

plomb de localisation, sur divers sujets (hommes ou animaux), ont déterminé avec une certaine précision la position de plusieurs de ces centres.

Physique mathématique. — *Pouvoir refroidissant d'un courant fluide, faiblement conducteur, sur un corps limité en tous sens.* Note de M. J. BOUSSINESQ.

M. Boussinesq complète sa précédente note (1) en calculant le pouvoir refroidissant d'un courant fluide, pour des corps de différentes formes.

A. B.

BIBLIOGRAPHIE

Ouvrages récemment parus.

Traité des gisements métallifères, par le docteur Richard BECK, professeur de géologie à l'Académie royale des mines de Freiberg; traduit sur la 2^e édition, par O. CHEMIN, Ingénieur en chef des Ponts et Chaussées. — Un volume grand in-8^e de 800 pages, avec 257 figures. — Béranger, éditeur, Paris, 1904. — Prix : relié, 30 francs.

Le docteur Beck, qui, par sa situation particulière, a pu suivre de près les développements récents de la pétrographie, facilités par l'emploi du microscope, a conçu son traité suivant un plan différent du grand ouvrage de MM. Fuchs et de Launay (2). La classification des gîtes métallifères est ici basée sur leur genèse probable; la théorie et la description des formations filoniennes sont le résumé des travaux de l'École allemande sur ce sujet. Ce traité ne fait donc pas double emploi avec celui que nous venons de citer.

La première section de l'ouvrage est consacrée aux sécrétions magmatiques : de métaux natifs, dans les roches éruptives (or, cuivre, fer, platine); de métaux oxydés, dans les mêmes roches (magnétite, fer chromé, étain); de minerais sulfurés (nickel, cuivre).

Dans la deuxième section, le docteur Beck étudie les minerais à l'état de roches sédimentaires, et notamment les gisements sédimentaires de minerais de fer, de manganèse, et d'or.

La troisième section se rapporte aux gisements épigénétiques :

1^o Filons minéralisés (causes de la formation des fentes et leur classification, rejets, remplissage des fentes filoniennes, structures des filons); formations avec minerais essentiellement oxydés (fer, manganèse, étain); formations avec minerais essentiellement sulfurés (cuivre, plomb, cobalt, argent, or); répartition des minerais dans les filons; aperçu des théories diverses sur la formation des filons métallifères (cogénération, sécrétion latérale, formation *per ascensum* ou *per descensum*);

2^o Gisements épigénétiques non filoniens dans des roches stratiformes : couches de minerais épigénétiques (dans les régions de schistes cristallins, avec minerais oxydés ou sulfurés; dans les couches non cristallines; amas stratifiés, etc.); amas épigénétiques de minerais : de la formation du fer et du manganèse; de la formation de l'étain; de la formation du cuivre; de la formation de l'argent, du plomb et du zinc; de la formation des minerais d'or et des minerais d'antimoine; gisements produits par métamorphisme de contact; remplissages minéralisés de cavités.

La quatrième section traite des gisements secondaires : gisements détritiques anciens (de minerais de fer, d'or, de plomb et de cuivre); gisements détritiques récents, ou alluvions (alluvions stannifères, aurifères, platinifères, cuprifères).

La dernière section donne des indications générales pour la recherche des gisements métallifères et les prises d'échantillons destinées aux études scientifiques.

Cours d'Électricité, professé à la Faculté des Sciences de Paris, par H. PELLAT, professeur adjoint. Tome II. — Un volume grand in-8^e de 545 pages, avec 220 figures. — Gauthier-Villars, éditeur, Paris, 1903. — Prix : 18 francs.

M. Pellat vient de publier le second tome de son cours d'Électricité, consacré à l'électrodynamique, au magnétisme et à l'induction.

Il étudie successivement : dans le premier cha-

(1) Voir le *Génie Civil*, t. XLIV, n^o 24, p. 338. (*Comptes rendus de l'Académie des Sciences.*)

(4) Voir le *Génie Civil*, t. XLV, n^o 3, p. 46. (*Comptes rendus de l'Académie des Sciences.*)

(2) Voir le *Génie Civil*, t. XXIII, n^o 8, p. 432.

pitre (électrodynamique), les actions mutuelles des courants, leur orientation, les électrodynamomètres, le système d'unités électromagnétiques, les feuillets et champs magnétiques, l'action d'un champ sur un élément de courant, le potentiel magnétique, et le champ magnétique terrestre;

Dans le deuxième chapitre, les aimants, le magnétisme induit, le diamagnétisme, les flux et tubes de force, le moment magnétique, les flux, lignes et tubes d'induction, la susceptibilité et la perméabilité magnétiques, les électro-aimants;

Dans le troisième, les phénomènes d'induction : force électromotrice d'induction, coefficients de self, énergie d'un champ magnétique, hystérésis;

Dans le quatrième, les électromoteurs, le transport électrique du travail, les courants alternatifs ou polyphasés, les transformateurs;

Dans le cinquième, les oscillations électriques (décharge oscillante, phénomènes de Hertz, réflexion, réfraction, polarisation des ondes électromagnétiques, résonances multiples, mesure de la vitesse de propagation d'une onde, télégraphie sans fil);

Dans le sixième, les mesures magnétiques, les mesures absolues et relatives de l'intensité des courants, des résistances, des forces électromotrices, la mesure des décharges, des capacités, des coefficients d'induction mutuelle et de self, de la perméabilité des substances ferromagnétiques.

Un appendice contient plusieurs notes : sur la théorie du déplacement électrique de Maxwell, sur la propagation d'un courant à oscillations rapides dans un conducteur, sur la distribution de la densité du courant dans un conducteur cylindrique à section circulaire parcouru par un courant alternatif, sur le champ magnétique à l'intérieur d'une bobine cylindrique.

Leçons d'Électricité industrielle. Tome II (1^{er} fascicule) : *Induction*, par J. PIONCHON, directeur de l'Institut électrotechnique de l'Université de Grenoble. — Un volume in-8° de 280 pages, avec 306 figures. — Gratiot et Rey, éditeurs, Grenoble, 1904. — Prix du tome complet : 15 francs.

Le premier fascicule du tome II des Leçons d'Électricité industrielle, qui fait suite à celui dont le *Génie Civil* a déjà rendu compte⁽¹⁾, est consacré à l'induction magnétique et à l'induction. Le second fascicule contiendra l'alterné-électrocinétique, l'alterné-électromagnétisme, l'alterné-électrothermie, et l'électroénergétique.

M. Pionchon étudie aujourd'hui, dans la première partie de ce volume, le flux d'induction magnétique, la méthode balistique d'exploration des champs, l'hystérésis et les hystérésimètres, les circuits magnétiques et les formules d'Hopkinson; le calcul des électro-aimants.

Il traite, dans la seconde partie, des lois des forces électromotrices d'induction, des électrovoltsmètres, des courants induits et de la loi de Lenz, des courants alternatifs et des ampèremètres qui leur conviennent, des forces électromotrices de self-induction et d'induction mutuelle, des galvanomètres balistiques, oscillographes et rhéographe, des bobines d'induction et de leurs applications, et enfin de la mesure des coefficients d'induction.

Distribution par courants alternatifs, par M. W. E. GOLDSBOROUGH, professeur à l'Université La Fayette, Purdue (États-Unis), chef des services électriques de l'Exposition de Saint-Louis; traduit de l'anglais par H. DE VORGES, Ingénieur des Arts et Manufactures, Ingénieur de la Société des Usines à gaz du Nord et de l'Est. — Un volume in-8° de 245 pages et 12 planches hors texte. — *Le Mois scientifique et industriel*, éditeur, Paris, 1904. — Prix : 7 francs.

Le professeur Goldsborough, pour étudier les phénomènes complexes qui se produisent dans les machines et les canalisations d'un réseau à courant alternatif, s'est placé à un point de vue pratique excluant les calculs ardu, en recourant surtout à la méthode géométrique, accompagnée d'exemples numériques réalisables.

La première partie de cet ouvrage est consacrée à l'étude des circuits parcourus par les courants alternatifs : fonctions harmoniques, courbe de magnétisme, effets de la self, de la capacité, et de ces deux caractéristiques combinées, sur un circuit résistant; puissance absorbée par le circuit.

L'auteur passe ensuite en revue les dispositions des circuits en série et en parallèle, avec réactances constante ou variable, donne quelques considérations générales sur les distributions par courants polyphasés : diphasés et triphasés, à trois fils.

Dans la seconde partie, réservée aux alternateurs, il considère un alternateur dont le réseau a toutes ses caractéristiques invariables; puis dont le réseau a une self ou une capacité variable. Le traité se termine par l'étude des alternateurs diphasés et triphasés.

Manuel-Guide de la fabrication du sucre, par R. TEYSSIER, licencié ès sciences. — Un volume in-8° de 425 pages, avec 129 figures. — C. Naud, éditeur, Paris, 1904. — Prix : broché, 9 francs.

L'auteur, ancien chef du laboratoire de la sucrerie de Méru, a destiné son ouvrage aux fabricants de sucre et directeurs, et plus spécialement aux contremaîtres, surveillants et chimistes de sucrerie.

Dans une introduction et une première partie très courtes, M. Teyssier étudie le rôle et les qualités du contremaître et du surveillant et expose quelques généralités sur la culture de la betterave sucrière.

La deuxième partie, beaucoup plus importante et intitulée : technique et pratique du contremaître, donne une idée générale du matériel de sucrerie et de raffinerie, du montage, de la mise en route des appareils et de l'usine, des conditions de marche normale, des accidents, avaries ou arrêts, du démontage et enfin du travail de laboratoire.

Des chapitres complémentaires traitent les sujets suivants : ateliers de réparations, éclairage, courroies de transmission, conduite des machines à vapeur, administration, accidents corporels, législation du travail industriel, législation sucrière et convention de Bruxelles; l'un d'eux contient un résumé des principales communications relatives à la sucrerie faites au Congrès de Chimie appliquée, en 1900.

L'ouvrage se termine par des tables donnant des constantes physiques et divers renseignements, ou chiffres pratiques relatifs au travail de laboratoire et par des notes sur la construction et la disposition du matériel de sucrerie.

Les Institutions ouvrières des Charbonnages de Mariemont et de Bascoup (Belgique), par Henri ROLIN, professeur à l'Université de Bruxelles. — Un volume in-8° de 250 pages, avec figures et 8 planches hors texte. — Bruylant, éditeur, Bruxelles, 1903.

M. Rolin apporte une remarquable contribution à l'étude des questions ouvrières, dans la monographie très complète qu'il vient de consacrer aux institutions de secours et de prévoyance des Charbonnages de Mariemont et de Bascoup, déjà étudiées en 1889 par le *Génie Civil*⁽¹⁾. Ce volume retrace, depuis le commencement du XIX^e siècle jusqu'à aujourd'hui, les transformations des conditions économiques concernant les ouvriers de ces deux Sociétés. Celles-ci ont toujours tenu, grâce à leurs administrateurs, et particulièrement à MM. Warocqué, à faire profiter leur personnel des avantages de la coopération et de la mutualité, tout en lui laissant une grande liberté dans la gestion de ces institutions.

La première partie de l'ouvrage, qui se rapporte à la période ancienne, comprend un aperçu de la situation pénible des mineurs au commencement du siècle dernier, quand les grandes concessions furent organisées; puis, des chapitres consacrés à l'organisation du travail, au logement de l'ouvrier, aux sociétés coopératives de consommation ou d'épargne; aux institutions qui visent la vieillesse, les accidents et les maladies du personnel; enfin aux institutions répondant aux besoins intellectuels de l'ouvrier : école industrielle, Société d'instruction populaire, Société d'harmonie.

Dans la seconde partie, M. Rolin passe en revue les progrès accomplis depuis une vingtaine d'années par ces mêmes institutions et donne ainsi une monographie de l'état actuel des institutions ouvrières à Bascoup et Mariemont. « On a, dit-il, devant soi des institutions bien assises, dont plusieurs sont vieilles d'un demi-siècle. Les ouvriers ont la majorité dans la Commission des Caisses de secours; ils ont autant de délégués que les patrons dans la Commission de la Caisse de prévoyance, ils gèrent seuls une quantité de Sociétés coopératives et de secours mutuels. C'est le libéralisme mis en pratique. »

Il n'oublie pas, toutefois, d'ajouter qu'à ce succès a puissamment contribué l'intervention d'une série d'hommes pratiques et généreux qui se sont succédé dans l'administration des deux Sociétés.

Essais des métaux. Théorie et pratique (Encyclopédie scientifique des Aide-Mémoire), par L. GAGES, chef d'escadron d'artillerie. — Un volume, petit in-8° de 160 pages, avec 20 figures. — Gauthier-Villars, éditeur, Paris, 1904. — Prix : broché, 2 fr. 50; cartonné, 3 francs.

Ce nouvel opuscule du commandant Gages, qui complète son volume sur les machines et appareils pour l'essai des métaux⁽²⁾, a pour objet de faire connaître les théories relatives aux déformations des métaux dans les essais usuels, et aussi les détails d'exécution des essais de réception prévus par les cahiers des charges.

Dans la première partie se trouvent l'analyse du phénomène de traction et les déductions qu'on peut en tirer au sujet des déformations produites par la compression, la flexion, etc., ainsi que l'exposé des théories récentes sur la distribution des déformations dans les solides.

L'auteur examine ensuite les méthodes d'essais ordinairement stipulées pour les fers, aciers, fontes, bronzes, etc., et donne quelques indications générales relatives aux essais d'usines, effectués soit dans l'intérêt du producteur, soit dans celui du consommateur.

Luftverunreinigung und Ventilation (Les contaminations de l'air et la ventilation), par le docteur Joseph RAMBOUSEK. — Un volume in-8° de 250 pages, avec 48 figures et 1 planche. — Hartleben, éditeur, Vienne et Leipzig, 1904. — Prix : broché, 6 marks; relié, 7 marks 50.

L'auteur s'est attaché à étudier, dans tous ses détails, la théorie de la ventilation et de la purification de l'air. La première partie de son ouvrage, relative à la théorie de la ventilation, comporte l'étude : 1° de l'air pur et des contaminations qu'il subit par la respiration des êtres vivants, et spécialement des personnes dans les édifices (cube d'air, coefficients de ventilation); 2° de la ventilation par aspiration et par insufflation, des mesures anémométriques, des installations, des orifices d'aération, des différents types de ventilateurs, de l'humidification de l'air.

La seconde partie, consacrée aux installations industrielles de systèmes de ventilation, se divise en chapitres qui concernent : les poussières industrielles (explosions de poussières); les gaz et vapeurs nuisibles (acides, vapeurs métalliques, oxyde de carbone, cyanogène, etc.), puis les gaz organiques du genre du chloroforme, de l'éther, des produits nitreux ou ammoniacaux, des alcaloïdes (industrie du tabac).

L'auteur examine les moyens industriels d'évacuer les poussières, suivant le genre de l'industrie, où la poussière peut être le produit de fabrication même (meunerie) ou un agent de travail (polisseurs à jet de sable) ou un déchet à expulser (sciure de bois, déchets de filatures)⁽³⁾.

Il termine en donnant quelques détails sur certaines industries dangereuses : phosphore, superphosphates, chlore, acide fluorhydrique, produits nitrés, cyanurés, goudrons et benzènes, aniline, enfin sur l'industrie textile et la menuiserie.

Les Canalisations électriques, par R. WITTEBOLLE, ingénieur-électricien (*Bibliothèque de l'Ouvrier Électricien*). — Un volume in-12, avec 158 figures. — H. Desforges, éditeur, Paris 1904. — Prix : broché, 2 fr. 50; relié, 3 francs.

Ce petit volume traite spécialement des canalisations électriques. L'auteur consacre au calcul d'une installation un chapitre qui permet au lecteur de calculer une installation d'importance moyenne. Il passe en revue les divers systèmes de montage, sur isolateurs, sous moulures, en tubes isolateurs et enfin en tubes métalliques.

(1) Voir le *Génie Civil*, t. XLIII, n° 44, p. 224.

(2) Voir le *Génie Civil*, t. XL, n° 49, p. 314; t. XLIII, n° 24, p. 327; t. XLIV, n° 5 et 6, p. 63 et 84; n° 24 et 25, p. 380 et 389.

(1) Voir le *Génie Civil*, t. XI, n° 25, p. 420.

(1) Voir le *Génie Civil*, t. XV, n° 49, p. 421.

Revue des principales publications techniques.

AVIS

Étant donné l'intérêt, de plus en plus apprécié de nos lecteurs, que présente la partie consacrée à la Revue des principales publications techniques, le GÉNIE CIVIL a cherché le moyen de développer le plus possible cette rubrique, sans empiéter, toutefois, sur les autres parties du journal, et sans rien changer à la composition habituelle de chaque numéro. Il espère arriver à satisfaire le désir exprimé à ce sujet par un grand nombre de ses abonnés en faisant paraître, toutes les fois que l'abondance des matières le justifiera, des suppléments comme celui-ci, spécialement consacrés aux analyses d'articles parus dans les principaux périodiques de la France et de l'Étranger (1).

CHEMINS DE FER

Concours de locomotives à vapeur à grandes vitesses. — Le concours de l'Union des Ingénieurs mécaniciens allemands, pour une locomotive à grande vitesse, a donné lieu à cinq projets, dont les *Annalen für Gewerbe und Bauwesen*, du 1^{er} avril, reproduisent les plans et donnent la description.

Le projet Peglow comporte une machine compound à surchauffe, à quatre cylindres, montée sur deux bogies et deux essieux moteurs. Le bogie avant a trois essieux, le bogie arrière deux seulement.

La chaudière est disposée à peu près comme dans les grandes machines actuelles, mais elle possède de plus un surchauffeur double, au-dessus de la boîte à fumée, qui a de grandes dimensions. La vapeur est fournie à 250 degrés, à la pression de 14 kilogr.

Les cylindres intérieurs (basse pression) et extérieurs (haute pression) attaquent tous le second essieu moteur. Les manivelles d'un même côté sont décalées de 180 degrés, et les deux groupes de manivelles sont décalés de 90 degrés entre eux. La distribution se fait par tiroirs cylindriques. Les cylindres intérieurs constituent une pièce unique de fonderie.

L'approvisionnement en eau (20 mètres cubes) est réparti dans des soutes, tout le long de la machine; 6 tonnes de charbon sont à proximité du chauffeur.

Le foyer se trouve à l'avant, avec la cabine du chauffeur; la boîte à fumée, l'appareil moteur et la cabine du mécanicien sont à l'arrière.

Chaque bogie, ainsi que le groupe des essieux moteurs, est muni d'un équipement complet de frein Westinghouse, avec des dispositifs de réglage égalisant l'action du freinage sur chacun d'eux.

Une petite turbine à vapeur, montée sur la locomotive, actionne une dynamo d'éclairage.

La locomotive étudiée par M. Mehliis comporte les mêmes éléments que la précédente, avec une disposition de tender particulière. Celui-ci comporte un châssis monté sur deux bogies, l'un postérieur, à trois essieux, l'autre antérieur, à deux essieux, qui s'avance sous le foyer. L'arrière du châssis de la locomotive, qui supporte tout le poids du foyer, repose, par une crapaudine, sur celui du tender, de façon à former un ensemble unique articulé.

Les deux bogies de la machine sont à deux essieux; l'appareil moteur est situé au-dessus de l'extrémité antérieure du bogie avant, aménagée avec une enveloppe en coupe-vent, et attaque le premier essieu couplé.

Les roues motrices, comme dans la locomotive précédente, ont 2^m 20 de diamètre.

Les cylindres ont aussi la disposition déjà signalée, avec d'autres calages des manivelles. Les distributions sont de systèmes différents pour les deux groupes. Le freinage se fait aussi suivant les mêmes principes que dans le projet Peglow.

La cabine de manœuvre est unique, et placée entre le tender et le foyer. La chaudière est prolongée par un surchauffeur Schmidt, installé dans la boîte à fumée. Une disposition spéciale de la cheminée

est destinée à activer le tirage pendant la marche.

Les deux projets ci-dessus ont été primés. Les trois autres, dus à MM. von Borries, Avenmarg et Heise, concernent des machines compound à quatre cylindres (sauf la dernière, qui est à trois cylindres).

La machine von Borries a, comme celle de M. Mehliis, un tender à deux bogies, dont le premier supporte en même temps, par une crapaudine, le foyer et la cabine de manœuvre. Ce tender est muni d'une cuiller de prise d'eau en route. La chaudière est pourvue d'un surchauffeur Pielock (1). La machine Heise possède un cylindre haute pression intérieur, attaquant le deuxième essieu moteur, et deux cylindres basse pression extérieurs, attaquant le premier essieu.

Le service des marchandises sur les chemins de fer de l'État prussien. — Les *Annalen für Gewerbe und Bauwesen*, du 1^{er} avril, reproduisent une conférence faite par le professeur CAUER, au sujet de son traité sur l'exploitation des chemins de fer prussiens et hessois. L'auteur y passe en revue les dispositions usitées pour les quais et les hangars à marchandises : quais parallèles, à redans, en dents de scie, en crémaillère, et compare les facilités qui en résultent, soit pour la construction des bâtiments, soit pour la manœuvre des rames et la composition des trains, soit pour la manipulation des marchandises sur le quai.

Il étudie ensuite les conditions auxquelles doit faire face le service d'exploitation, depuis le simple transport entre deux gares jusqu'au rassemblement dans une gare principale des wagons provenant de divers embranchements et à leur expédition collective sur la grande ligne, et indique sommairement les développements qu'il a donnés à ce sujet dans son ouvrage.

Installation de signaux et d'appareils de voie à commande électropneumatique, dans la gare de Kottbus (Allemagne). — Le *Zentralblatt der Bauverwaltung*, du 30 mars, décrit une installation assez importante de signaux à commande électropneumatique, système Westinghouse (2), faite, l'année dernière, à la gare de Kottbus. La cabine renferme 78 leviers, dont 47 commandent des aiguilles; elle agit sur une région de 1 650 mètres de longueur, avec une largeur d'environ 120 mètres. Les appareils sont solidaires des tiges de pistons commandés par l'air comprimé; la distribution de cet air est réglée par des soupapes qui sont actionnées par des électroaimants, suivant le sens des courants transmis de la cabine par le jeu de contacts électriques, dont le levier de manœuvre modifie les combinaisons. On est arrivé, paraît-il, à éviter les condensations dans le réseau des conduites d'air et à obtenir toute sécurité dans le fonctionnement de cet ensemble compliqué.

La force motrice est fournie par deux compresseurs à commande électrique, installés dans le soubassement de la cabine et fonctionnant automatiquement entre 3 et 5 kilogr. de pression; elle est distribuée par deux conduites principales sur lesquelles sont branchés les tuyaux de chaque appareil. Le courant électrique, à la tension de 15 volts, est transmis par des câbles souterrains à plusieurs fils. Une petite batterie d'accumulateurs sert de réserve en cas d'interruption.

Wagons de 50 tonnes de la Lackawanna Iron and Steel Co. — La Lackawanna Iron and Steel Co., dont le *Génie Civil* a récemment décrit l'importante usine de Buffalo (3), vient de faire construire pour le transport du coke des wagons de 50 tonnes dont l'*Oesterreichische Wochenschrift*, du 9 avril, donne les plans. La forme générale de la caisse est analogue à celle des wagons français, qui sont sortis des ateliers Arbel (4), mais elle est à claire-voie, et les parois latérales ne sont remplies que par un treillis métallique.

Le déchargement se fait par des portes latérales inférieures de 4^m 40 de longueur.

La caisse est montée sur deux bogies à roues de 0^m 85 et mesure 12^m 50 de bout en bout. Elle est munie d'un frein à vis.

L'emploi des bandages en acier sur le chemin de fer aérien de Boston. — Le *Street Railway*, du 26 mars, décrit l'installation du Boston Elevated Railway pour l'entretien des bandages rapportés, en acier, dont il fait usage sur l'ensemble de ses lignes. Les conditions d'exploitation sont particulièrement difficiles, en raison des rampes et des courbes, et de l'attention apportée à réduire le bruit au minimum. Toutes les deux semaines, les bandages sont meulés, et ils sont tournés tous les trois mois.

Le changement des essieux se fait au dépôt de Sullivan Square, où l'on remplace quotidiennement les roues de douze voitures. A cet effet, on enlève le truck entier, auquel on substitue un truck de rechange préalablement préparé.

Le dépôt a deux étages, l'étage supérieur étant au niveau de la voie. L'atelier de réparation est à l'étage inférieur. La voiture est amenée au-dessus d'une plate-forme mobile, qui descend le truck démonté et remonte le truck de rechange qui doit le remplacer. L'opération dure cinq minutes. Les voitures se déplacent à l'aide de leurs propres moteurs, mais le dépôt n'est pas muni du rail de prise de courant; celle-ci s'effectue par un câble volant, pourvu d'un dispositif spécial de protection pour éviter les courts-circuits lorsque le câble n'est pas employé.

L'auteur décrit les tours destinés à l'entretien des bandages; il donne quelques détails sur leur remplacement, et sur l'entretien des coussinets. Il signale également un dispositif employé pour l'essai des essieux, et qui consiste à soumettre ceux-ci, en leur milieu, à une pression de 25 tonnes, qui doit donner une flèche de 6 millimètres. Si l'essieu accuse une flèche permanente, il est refusé. Cette méthode est non seulement appliquée aux essieux neufs, mais sert encore à la vérification, tous les deux mois, des essieux en service.

L'écartement des rails dans les voies ferrées de l'Afrique orientale. — La *Zeitung des Vereines deutscher Eisenbahnverwaltungen*, du 11 mai, étudie la question du choix des types de voie pour les lignes de l'Afrique orientale, et fait remarquer qu'en Allemagne l'engouement pour les voies de 0^m 75 et même 0^m 60 a fortement diminué; le service voyageurs ne peut y être assuré, avec une vitesse acceptable, qu'au prix de détériorations rapides.

Il en serait ainsi à plus forte raison en Afrique, les grandes distances à parcourir entraînant des vitesses relativement élevées. En outre, les locomotives très basses qu'on emploie sur les voies étroites pourraient être fortement gênées par les broussailles qui encombreront certainement la ligne.

L'auteur cite les divers exemples des chemins de fer africains déjà construits : 10 % seulement des lignes sont à voie de moins de 1 mètre et 27 % sont à voie de 1 mètre; il cite encore les chemins de fer de l'Argentine (1^{re} 67), des Indes (1^{re} 06), et préconise l'adoption de ce dernier type, qui est celui des chemins de fer du Cap, en vue des jonctions possibles dans l'avenir.

Les emplois de l'air comprimé dans l'exploitation des chemins de fer. — Les emplois de l'air comprimé dans l'exploitation des chemins de fer, qui remontent aux environs de 1840 sous leur forme la plus sommaire, font l'objet d'une note publiée par la *Zeitung des Vereines deutscher Eisenbahnverwaltungen*, du 24 avril. L'auteur y rappelle les signaux donnés d'un bout à l'autre des trains au moyen de sifflets actionnés mécaniquement, les appareils Lartigue employés sur la Compagnie du Nord, les freins à vide et à air comprimé, et les dispositifs Westinghouse pour la commande pneumatique des signaux et des aiguilles.

Ces derniers appareils sont employés aujourd'hui, au moins à titre d'essai, en Angleterre (South Western Railway), et en Allemagne (gare de Kottbus). L'Union Switch and Signal Co., de Pittsburg, emploie, avec des appareils du même genre, des récipients mobiles d'acide carbonique liquide pour les cas où les difficultés d'accès ou le peu d'importance du trafic ne permettent pas d'établir une canalisation à demeure (1).

(1) Pour la commodité du classement et de la lecture, la pagination de chaque supplément concordera avec celle du numéro du GÉNIE CIVIL auquel il sera annexé.

(4) Voir le *Génie Civil*, t. XLIII, n° 27, p. 428.

(2) Voir le *Génie Civil*, t. XLIII, n° 20, p. 318.

(3) Voir le *Génie Civil*, t. XLIV, n° 16, p. 260.

(4) Voir le *Génie Civil*, t. XLIII, n° 20, p. 314.

1. Voir le *Génie Civil*, t. XLIV, n° 21, p. 419.

Les locomotives compound en France. — Dans un rapport lu à l'Institution of Mechanical Engineers en mars 1904, et reproduit par l'*Engineering*, du 25 mars et du 1^{er} avril, M. E. SAUVAGE indique l'emploi croissant en France des locomotives compound à quatre cylindres et montre leurs avantages. Il indique la tendance à l'emploi des grandes roues de 2 mètres de diamètre.

L'auteur regrette qu'il n'existe pas sur le continent des laboratoires d'essais (1) pour locomotives comme à l'université de Purdue, en Amérique, et qu'on ne puisse ainsi se rendre compte des avantages ou des défauts d'une locomotive que quand elle est en service.

L'auteur donne de nombreux diagrammes d'essais, des tableaux de vitesses, des tableaux comparatifs des résultats de machines compound et ordinaires avec leurs dimensions caractéristiques, etc.

M. Sauvage donne ensuite le nombre de compound quatre cylindres en usage en France (817 pour les compound à trois essieux couplés), et il cite les intéressants essais des Compagnies de l'Est et du Midi sur des compound quatre cylindres à quatre essieux couplés.

L'auteur entre ensuite dans des détails de construction, puis cite les opinions de MM. du Bousquet, Baudry, etc., et conclut avec eux, en préconisant l'adoption de la machine compound en raison de la grande économie de vapeur qu'elle donne par rapport à la locomotive ordinaire.

CHIMIE INDUSTRIELLE

L'industrie de l'alunite à Beregszasz (Hongrie). — Jusque dans ces dernières années, l'alunite extraite des gisements de Beregszasz était traitée par le même procédé que celui qui est encore en usage à Tolfa, en Italie, et qui consiste simplement en une désagrégation par grillage modéré, lixiviation et cristallisation de l'alun à partir de la dissolution ainsi obtenue. Ce procédé, dans lequel on perd totalement l'hydrate d'alumine qui, combiné à l'alun dans le minerai, constitue l'alunite, avait cessé d'être rémunérateur en Hongrie. Un nouveau traitement s'imposait; sa recherche a fait l'objet d'études de la part de M. A. Deggeler et a abouti à la création d'une industrie nouvelle décrite par M. F. FRÖGLER, dans le *Moniteur Scientifique* de mai.

L'auteur fait d'abord une description géologique du gîte, puis donne les propriétés et la composition du minerai qui se compose d'alunite répondant à la formule $(\text{SO}_4)_2\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ mélangée avec 20 à 45 % de silice.

L'économie du procédé consiste à extraire l'hydrate d'alumine en la faisant passer sous forme de sulfate.

Les opérations sont les suivantes :

- 1° Grillage produisant surtout une désagrégation et une déshydratation;
- 2° Dissolution par l'acide sulfurique; l'alumine passe à l'état de sulfate;
- 3° Séparation, par refroidissement, de l'alun qui, peu soluble cristallise, d'avec le sulfate d'alumine qui reste en solution;
- 4° Purification de l'alun brut (souillé surtout par de l'oxyde ferrique) provenant de l'opération précédente, par une nouvelle dissolution et cristallisation;
- 5° Préparation du sulfate d'alumine par évaporation des eaux-mères provenant de la troisième opération; ces eaux-mères sont acides et doivent être neutralisées par un lait de chaux avant d'être soumises à l'évaporation.

L'auteur précise les conditions suivant lesquelles chacune de ces opérations doit être effectuée pour obtenir une bonne marche; il termine par l'exposé du traitement de la partie du minerai grillé qui ne s'est pas dissoute dans l'acide sulfurique, puis donne des chiffres de rendement montrant l'économie du nouveau procédé.

La vulcanisation du caoutchouc. — Cette opération qui consiste à incorporer du soufre à la gomme crue en vue de modifier ses propriétés physiques, notamment son élasticité et sa résistance au froid et à la chaleur extrêmes ainsi qu'aux dissolvants, n'est pas encore bien définie. On tend de plus en plus à croire qu'elle correspond à une véritable transformation chimique, bien qu'elle se fasse le plus souvent à une température à laquelle la molécule de soufre

n'est pas encore dissociée et que son succès dépende surtout de la nature du milieu (air, vapeur ou eau) et des conditions dans lesquelles elle est effectuée.

Une contribution à l'étude de cette opération a été publiée dans l'*India Rubber World* de mars. On y montre l'effet des traitements qui précèdent la vulcanisation sur les propriétés de la gomme et l'intérêt très grand qu'il y aurait à étudier la question scientifiquement, car les gommes qui sont utilisées aujourd'hui ne sont plus seulement du Para comme autrefois, elles ont des origines diverses et, par conséquent aussi, des propriétés très différentes.

Il en résulte que chaque industriel a des procédés de fabrication qui lui sont particuliers et qui ne sont généralement applicables qu'à la gomme spéciale qu'il traite, d'où des tours de main et des secrets de fabrication conservés soigneusement. Tous ces procédés gagneraient à être connus et unifiés, au grand profit de l'industrie du caoutchouc dont la technique n'a pas progressé aussi vite que pourrait le faire supposer le développement considérable qu'elle a pris dans ces dernières années.

Usine pour la récupération de l'huile des chiffons gras. — La Compagnie du South Eastern and Chatham Railway a déjà substitué en partie et va substituer complètement l'emploi des chiffons éponges pour l'entretien des machines à celui des chiffons ordinaires. La récupération de l'huile dans ce cas est, en effet, beaucoup plus facile, et les chiffons peuvent être employés à nouveau. L'usine d'Ashford où seront centralisées les opérations de récupération fait l'objet d'une description dans l'*Engineer* du 22 avril.

Les emplois actuels de l'alcool. — M. WENDER expose, dans la *Zeitschrift des Oesterreichischen Ingenieur-Vereines*, des 8 et 15 avril, l'état de la production de l'alcool dans chaque pays depuis une dizaine d'années, ainsi que la répartition de la consommation suivant les destinations: éclairage, chauffage, force motrice, industries chimiques, consommation de bouche, etc.

Il indique en même temps les questions qui interviennent à ce sujet: législation, dénaturation, prix de revient, taxes fiscales, etc.

CONSTRUCTIONS CIVILES

Les nouveaux magasins à blé de Port-Arthur (Ontario, Canada). — L'*Engineering Record*, du 9 avril, donne la description des nouveaux magasins à blé, que la Compagnie du Canadian Pacific Railway vient de faire construire à Port-Arthur (Canada), au bord du Lac Supérieur. Ces magasins sont destinés à conserver jusqu'au moment de leur expédition, les grains de qualité inférieure et le froment humide, après qu'ils ont été desséchés dans une usine située à peu de distance et reliée aux magasins par un transporteur à courroie.

Le magasin se compose de neuf silos cylindriques, disposés côte à côte en carré, avec un diamètre intérieur de 9^m 15 et 27^m 50 de hauteur, ayant une capacité totale de 160 000 hectolitres, et de quatre silos compris à l'intérieur des neuf précédents, et ayant la section d'un carré à côtés curvilignes. Ces quatre silos ont une capacité totale de 18 000 hectolitres. Les parois de ces silos sont en béton armé, d'une épaisseur uniforme de 23 centimètres. Le renforcement est constitué par des cercles et des barres disposées suivant des génératrices.

La distribution des grains, leur transport se font par courroies; la force motrice est fournie par câble téléodynamique de la station centrale attenante aux anciens silos et à l'usine de desséchage.

L'article se termine par un exposé rapide du procédé de construction qui a été employé, notamment pour les fondations, lesquelles, à cause de la proximité des eaux du lac, ont nécessité la construction d'un batardeau et ont permis d'asseoir directement la construction sur le bon sol.

La prévention des incendies dans les théâtres. — Le County Council de Londres et la municipalité de Birmingham viennent d'établir de nouveaux règlements relatifs à la protection des théâtres contre l'incendie. Ces règlements font l'objet d'une analyse dans l'*Engineering*, du 1^{er} avril, et fournissent en même temps, à son auteur, l'occasion d'exprimer les opinions courantes relatives à ce sujet. Il conclut à la nécessité d'un matériel de scène et de toiles de décoration ininflammables ainsi qu'à un plancher et à une machinerie en fer.

CONSTRUCTION DES MACHINES

Machine à fondre les caractères d'imprimerie. — L'*Iron Age*, du 24 mars, décrit une machine construite par la National Compositype Co, de Baltimore, destinée à permettre aux imprimeurs de fondre eux-mêmes tous les caractères dont ils peuvent avoir besoin, sans pour cela nécessiter la présence d'un mécanicien spécialiste pour la conduire.

Les parties principales de la machine sont : 1° un mécanisme automatique qui pose et fixe en place le moule prêt pour l'usage; 2° un mécanisme ajustable qui injecte, sous la pression de 14 kilogr. par centimètre carré, la quantité exacte de métal nécessaire pour remplir toutes les cavités du moule; 3° un mécanisme de démoulage et d'éjection.

La variation de grandeur des caractères à mouler s'obtient en plaçant des moules différents, mais de mêmes dimensions extérieures, dans une sorte de second moule formant châssis qui est ensuite fixé au bâti de la machine.

La mise en place exacte des différentes pièces de moulage et leur fixation se font sans exiger ni réglage ni attention, et en quelque sorte automatiquement.

L'usage de la machine n'exige aucune mesure, ni ajustage d'aucune sorte; les divers organes sont construits de telle manière que les effets de dilatation, de contraction et d'usure sont compensés.

La machine occupe en plan un espace de 0^m 70 X 1^m 15, elle pèse 400 kilogr. et peut fondre des caractères de 6 à 36 points. Elle est commandée par courroie.

Ateliers de montage et de réparations du Canadian Pacific Railway, à Montréal. — Dans ses numéros des 19 et 26 mars et du 2 avril, l'*Engineering Record* donne une description des nouveaux ateliers dont la Compagnie du chemin de fer transcanadien vient de commencer la construction à Montréal, en vue de remplacer ses anciens ateliers, situés non loin de là à Hochelaga, devenus insuffisants et dont l'extension est impossible.

L'ensemble des bâtiments et du réseau des voies de garage et de dépôt occupe une superficie de plus de 80 hectares. L'installation est prévue pour qu'en un an, les ateliers puissent réparer : 400 à 500 locomotives, et construire comme matériel neuf, 100 locomotives, 500 voitures à voyageurs et 7 000 wagons à marchandises. Les ateliers occuperont plus de 5 000 personnes. La dépense totale est évaluée à 20 millions de francs. Dès la mise en service, la capacité de production pourra atteindre immédiatement les chiffres précités.

Dans cette étude, sont décrits successivement : les moyens de transport et de communication d'un atelier à l'autre, avec leurs accessoires, grues, ponts roulants, etc., la station centrale d'énergie de 2 000 chevaux, la distribution de la force motrice aux différents ateliers par l'électricité, les canalisations, le mode de construction adopté pour chaque genre d'atelier, la ventilation, le chauffage de ces ateliers en vue de permettre le travail en toutes saisons, par les temps les plus rigoureux. La dernière partie traite plus spécialement de la construction des principaux bâtiments.

Machines-outils à meules. — Dans l'*Engineering*, des 25 mars et 8 avril, M. Joseph HORNER étudie les machines-outils modernes utilisant les meules soit pour le travail préparatoire, soit pour le fini des pièces métalliques.

Cette étude traite des conditions qu'on se propose de réaliser dans chaque machine et des moyens utilisés pour chacune d'elles de façon à les obtenir.

Les dispositifs de protection contre les corrosions produites par les liquides et les vapeurs acides. — Le *Praktische Maschinen-Konstrukteur*, du 12 mai, rappelle les principaux systèmes usités pour protéger les organes des machines, les charpentes, les transmissions, les récipients, les canalisations, etc., contre les liquides et les vapeurs acides, suivant la nature de ces acides.

CONSTRUCTIONS NAVALES

Les navires de guerre anglais « Triumph » et « Swiftsure ». — M. E. J. REED, dans un rapport lu en mars 1904, à l'Institut of Naval Architects et reproduit par l'*Engineering*, du 25 mars, donne des détails sur la construction de ces cuirassés faite sur ses plans, et qui furent l'objet de critiques de la part de l'Amirauté.

Achetés par l'Angleterre, après avoir été commandés primitivement par le Gouvernement chilien aux chantiers Armstrong, ils devaient avoir un déplacement et un tirant d'eau leur permettant d'entrer dans les bassins de Talcahuano; ils donnèrent aux essais 20 nœuds pour 19 demandés, avec un tonnage de 11 000 tonnes. Leur armement comprend 4 canons de 10 pouces (25 centimètres) de chasse et de retraite, 14 canons de 7 pouces et demi (20 centimètres) et 28 canons de petit calibre.

Répondant aux critiques faites, M. Reed compare le *Triumph* à un cuirassé déjà existant de la flotte anglaise, et de même type, le *Duncan*; il montre qu'on a cherché pour une vitesse et une puissance de combat données, à avoir le minimum de déplacement. Les machines, grâce à l'emploi de grandes vitesses, ont un poids réduit, etc. Le rapport donne un tableau comparatif des caractéristiques du *Triumph* et du *Duncan*: dimensions, tonnage, protections, casemates et barbettes, armement et énergie, vitesse. L'auteur discute longuement sur ces différents points, ainsi que sur la stabilité de ces navires, la position de leur métacentre, etc.

L'*Engineering* donne, quelques pages plus loin, les réponses de l'amiral Fitzgerald et de quelques autres ingénieurs.

Le transatlantique « Gneisenau », du Norddeutscher Lloyd. — Le Norddeutscher Lloyd vient d'augmenter sa flotte transatlantique de cinq unités semblables, qui portent les noms de généraux prussiens: ce sont les vapeurs *Zieten*, *Roon*, *Seydlitz*, *Gneisenau* et *Scharnhorst*. Les quatre premiers ont été livrés l'année dernière.

M. HILDEBRANDT, dans la *Zeitschrift des Vereines deutscher Ingenieure*, du 9 avril, décrit spécialement le *Gneisenau*, qui sort des ateliers Vulcan, à Stettin. Ses dimensions sont les suivantes:

Longueur entre perpendiculaires, 137^m 70; largeur à la flottaison, 16^m 90; tirant d'eau en charge, 8^m 50; déplacement correspondant, 15 190 tonnes; capacité, 8 450 tonnes; vitesse minimum, pour le tirant d'eau de 8 mètres, 13 nœuds $\frac{1}{2}$.

Le navire a deux hélices, actionnées par deux moteurs à triple expansion, dont les pistons ont 1^m 25 de course et respectivement 0^m 60, 1^m 02 et 1^m 76 de diamètre. La pression dans les chaudières est 14^{kg} 5, et la puissance développée 6 200 chevaux environ, à la vitesse de 85 tours. Le gabarit des hélices est inscrit dans un cercle de 2^m 60 de rayon.

Les quatre ponts du *Gneisenau*, dont les trois supérieurs règnent de bout en bout, sont entièrement construits en acier, et revêtus de planchers épais en bois exotiques très durs. Les soutes à marchandises ont une capacité de plus de 11 000 mètres cubes et sont desservies par six panneaux d'écouilles, ainsi que par sept treuils à vapeur de 3 tonnes et quatre autres plus petits.

Les passagers sont ainsi répartis: 91 de 1^{re} classe, 117 de 2^e classe, et 139 de 3^e classe, avec possibilité d'aménager, en outre, des locaux pour 1 460 personnes y compris les 178 personnes de l'équipage et du service.

Le matériel de sauvetage se comporte de douze chaloupes Francis, à compartiments d'air et revêtements de liège, et quatre embarcations ordinaires.

Les deux machines qui commandent le gouvernail, l'une principale et l'autre de réserve, peuvent être commandées: de la passerelle, de la chambre de veille, de la salle des téléphones, située sur le troisième pont, et enfin de la timonerie même.

Le problème de la propulsion des navires par l'emploi de l'hélice. — Dans l'*Engineer*, des 15 et 22 avril, M. Arthur Rigg pose le problème de la propulsion des navires par l'emploi de l'hélice, et le résout suivant ses vues personnelles en faisant remarquer que l'hélice est à tort considérée comme agissant à la façon d'une vis, mais qu'elle doit être plus valablement assimilée à une sorte de palette agissant obliquement. Cette théorie aurait l'avantage de rendre compte de certains faits inexplicables par la théorie généralement admise.

Machine marine de 150 chevaux pour l'éclairage électrique. — Cette machine, du type pilon, est décrite dans l'*Engineering* du 15 avril; elle sera placée à bord du *Temeraire*, navire-école de la flotte anglaise pour les ingénieurs-mécaniciens. Ce navire, aménagé en une sorte de station centrale, est ancré à Hamoaze près de Devonport et fournira l'éclairage électrique aux installations adjointes notamment aux ateliers de réparation des docks.

DISTRIBUTIONS D'EAU

Chambres de filtration de la Compagnie des Eaux de New-Haven (États-Unis). — La Compagnie des Eaux de New-Haven alimente non seulement la ville de New-Haven (Connecticut) mais aussi plusieurs agglomérations urbaines avoisinantes. Elle dispose, à cet effet, de plusieurs rivières, sources et lacs dont les eaux sont, les unes élevées dans des réservoirs de mise en pression, les autres prises assez haut pour pouvoir être amenées, par simple gravité, dans lesdits réservoirs. La consommation journalière est d'environ 68 000 mètres cubes.

Malgré la surveillance attentive et les soins que la Compagnie apporte en vue d'éviter toute pollution à la surface des terrains dont les eaux sont drainées, et dont elle s'est rendue acquéreur, la nécessité de la filtration d'une partie de ces eaux s'est imposée et la Compagnie a dû se résoudre à la filtration. L'installation des filtres a été faite en vue de répondre aux exigences les plus dures; de plus ces filtres sont capables de passer 85 000 mètres cubes par jour.

C'est la description de ces filtres que donne l'*Engineering Record*, des 5 et 12 mars.

L'installation comporte: douze filtres à sables placés dans des bâtiments couverts, une galerie de manœuvre et de surveillance commandant les douze chambres qui sont placées sur deux rangées de six; un laboratoire et un réservoir d'eau filtrée. Le tout occupe un emplacement de plus de 16 000 mètres carrés.

Les bâtiments sont en briques, en béton ou en béton armé; les chambres sont éclairées par des fenêtres; les murs extérieurs sont doubles avec séparation d'air; il n'y a aucune installation ni emmagasinage de gravier à l'extérieur; toutes les opérations de manutention du gravier et de nettoyage des filtres se faisant à l'intérieur et grâce à un système d'éjecteurs dont le mode de fonctionnement est indiqué en détail.

La première partie de l'article décrit principalement les procédés de construction qui ont été employés et le fonctionnement des filtres.

L'étude se termine par les indications sur la disposition et sur la manœuvre des différentes parties de la canalisation.

Projets de canalisations d'eau sous haute pression pour les services d'incendie de New-York et de Brooklyn. — Les ravages considérables produits par les incendies récents de Baltimore et de Rochester, aux États-Unis, ont attiré l'attention des municipalités de certaines grandes villes, menacées de semblables catastrophes, sur la nécessité d'organiser leurs services d'incendie d'une façon beaucoup plus puissante qu'ils ne le sont actuellement.

L'*Engineering News*, du 24 mars, reproduit les rapports de M. Nicholas HILL et de M. J. M. DE VARONA, relatifs aux projets d'organisation d'un nouveau service utilisant des canalisations d'eau à très haute pression qu'on se propose de créer respectivement dans les faubourgs de Manhattan et de Brooklyn, à New-York.

Le premier rapport propose de faire les premiers essais dans un vieux district plus particulièrement menacé de l'île Manhattan, où se trouvent un grand nombre de constructions anciennes, d'usines et de magasins facilement combustibles. Les usines élévatoires y seraient au nombre de trois, pouvant fournir ensemble plus de 12 000 mètres cubes d'eau par heure dans la canalisation projetée, avec une pression de 14 kilogr. par centimètre carré, aux prises d'eau. Le volume d'eau ainsi fourni serait double de celui qui est actuellement fourni et cette eau serait livrée sous une pression plus que double. Cette installation serait indépendante de celle qui comporte l'emploi du matériel mobile déjà existant, et qui comprend vingt-cinq pompes d'incendie et cinq bateaux, fournissant ensemble 7 500 mètres cubes à l'heure.

L'auteur explique pourquoi il ne convient pas d'employer l'eau de cette canalisation au nettoyage des rues, comme on l'avait proposé; il explique aussi comment, en raison du petit nombre d'heures pendant lesquelles les usines élévatoires seront appelées à fonctionner (240 heures par an), il y a lieu d'actionner les pompes électriquement ou par des moteurs à gaz fonctionnant à pleine charge et instantanément au premier appel, et n'entraînant qu'un minimum de frais de premier établissement.

Il établit un devis montrant que, dans le cas présent, c'est l'électricité qui résout le problème de la façon la plus économique; de même comment, pour

vant ici disposer d'eau douce en quantité suffisante, il faut, en temps normal, lui donner la préférence sur l'eau de mer, malgré les pertes considérables par les fuites aux hautes pressions; l'eau de mer est, en effet, trop corrosive pour le métal des canalisations et de leurs accessoires; elle a aussi de mauvais effets sur les constructions et les marchandises arrosées. Néanmoins, l'approvisionnement de celle-ci étant illimité, il faut faire l'installation en vue d'utiliser indifféremment l'une ou l'autre eau en cas de nécessité. La dépense, plus élevée pour l'eau douce, n'a pas à entrer en ligne de compte, la consommation, en cas d'incendie, étant relativement minime comparée à la consommation normale, et la différence de prix étant tout à fait négligeable devant les autres dépenses courantes.

Le rapport relatif au faubourg de Brooklyn est fait dans le même esprit, et aboutit à des conclusions analogues.

ELECTRICITÉ

Electrogoniomètre de M. Routin. — Dans une communication à la *Société internationale des Électriciens* (bulletin de mars 1904), M. CHAUMAT décrit l'appareil que M. Routin a imaginé pour déterminer le décalage, entre une différence de potentiel et un courant par la mesure directe de l'angle.

Avant d'exposer la méthode de M. Routin et de décrire son *electrogoniomètre*, qu'il a pu étudier à l'École supérieure d'Électricité, l'auteur montre les avantages que présente cet appareil sur un wattmètre toujours un peu délicat et d'une sûreté de fonctionnement toujours incertaine.

L'electrogoniomètre a été réalisé pour des circuits triphasés et le principe de la méthode (méthode du zéro), est d'opposer deux différences de potentiel de même valeur efficace, et dont l'une au moins devra être réglable en grandeur: l'une U_1 en phase avec l'intensité, l'autre U_2 , dont le décalage par rapport à la tension pourra être modifié à volonté et connu à chaque instant.

Ces deux tensions se feront équilibre lorsque leur différence de phase sera exactement de 180 degrés et l'appareil de zéro, qui pourra être un voltmètre thermique du plus petit calibre, ne marquera rien. Si, à cet instant, on connaît le décalage de U_2 par rapport à E, c'est aussi le décalage de U_1 sur E, c'est-à-dire de I sur E.

La tension U_1 sera donnée par un transformateur spécial, la tension U_2 par un appareil que l'inventeur appelle *décalateur*.

Après avoir décrit comment, dans la pratique, on obtenait les deux tensions U_1 et U_2 , M. Chaumat indique les résultats satisfaisants des essais faits à l'École supérieure d'Électricité avec l'appareil de M. Routin, et montre comment il peut être modifié lorsqu'on veut appliquer la méthode aux circuits monophasés.

Reconstruction de l'usine de la Zanesville Co. — L'*Electrical World*, du 19 mars, donne divers détails sur l'exploitation de cette Compagnie, qui possède un réseau de tramways et une distribution d'éclairage.

L'usine primitive, comprenant en grande partie des machines à grande vitesse sans condensation, va être abandonnée pour être remplacée par une nouvelle usine située au bord de la rivière Muskingum, et qui comprend des turbines hydrauliques et des turbines à vapeur, à l'exclusion de tout moteur alternatif.

En raison de sa situation favorable au voisinage d'un barrage existant pour l'alimentation d'un canal, l'usine hydraulique a pu être établie à peu de frais; elle comprend cinq turbines verticales de 275 chevaux à 80 tours, commandant par engrenages un arbre horizontal à chacune des extrémités duquel se trouve un alternateur de 375 kilowatts à 2300 volts, fréquence 60.

Le matériel à vapeur comprend deux turbines Curtis de 500 kilowatts, avec condenseur à surface, et deux chaudières de 380 chevaux chacune.

25 % de la charge de l'usine consistent en éclairage par courant alternatif; le reste est transformé par des commutatrices en courant continu, à 500 volts pour la traction et deux fois 110 volts pour un réseau d'éclairage à 3 fils. L'emploi d'une batterie d'accumulateurs avec survolteur-dévolteur, pour alimenter le réseau de traction, rend possible l'alimentation de l'ensemble par le même alternateur.

L'économie de la nouvelle usine, en combustible, en personnel et en frais d'entretien, a justifié l'abandon de l'ancienne, l'économie réalisée atteignant 90 000 francs par an.

La construction des turbo-dynamos. — Dans l'*Electrical World*, des 19 et 26 mars, M. F. NIETHAMMER publie une étude sur les dynamos destinées à l'accouplement direct aux turbines à vapeur à grande vitesse. Les difficultés de l'étude de ces machines résultent de la commutation, de l'échauffement, des grands efforts centrifuges et du bruit.

Il est douteux qu'en ce qui concerne les machines à courant continu on puisse actuellement arriver à une marche aussi satisfaisante qu'avec les faibles vitesses; les alternateurs à basse fréquence sont impossibles à construire, de sorte que tous les perfectionnements tendant à abaisser la vitesse angulaire constitueront des progrès notables.

Les meilleures turbo-dynamos ont un voltage réactif de 5 à 15 volts, de sorte qu'une commutation sans étincelle est à peu près impossible sans l'aide d'un champ auxiliaire. L'auteur expose les différents dispositifs employés pour améliorer la commutation (division de la machine, déplacement automatique des balais, dérivations magnétiques, enroulements inducteurs compensés, pôles auxiliaires, enroulements auxiliaires sur l'induit, soufflage, emploi des machines homopolaires).

Il montre ensuite qu'avec l'augmentation de vitesse, la surface radiante n'est plus en rapport avec l'accroissement des pertes, et qu'il faut avoir recours à des artifices spéciaux pour le refroidissement: conduits de ventilation, circulation d'eau, etc.

Les grandes vitesses angulaires conduisent à des vitesses linéaires de 10 à 15 mètres par seconde dans les coussinets, et la température croissant comme la puissance $\frac{3}{2}$ de cette vitesse, un graissage forcé ou une circulation d'eau devient nécessaire. Les efforts centrifuges considérables conduisent à soigner l'équilibrage, à donner de grands entrefers et à y adopter des inductions faibles. L'auteur indique les éléments du calcul des efforts mécaniques sur les principaux organes d'une machine (efforts sur les tôles, sur les dents à leur racine, sur les coins qui maintiennent l'enroulement, sur les frettes, sur le collecteur).

Il examine ensuite la construction des inducteurs tournants pour alternateurs, et indique les dispositifs spéciaux à adopter pour la fixation des pôles et la constitution des enroulements.

Il termine en conseillant de donner aux surfaces extérieures une forme aussi continue que possible, en vue d'éviter le bruit qui se produit pendant la marche à grande vitesse.

Convertisseur à axe vertical. — L'*Electrical World*, du 26 mars, décrit un convertisseur de courant alternatif (1 000 volts, fréquence 45) en courant continu (160 volts), dont la particularité est que l'axe se trouve vertical.

Le moteur, du type asynchrone et d'une puissance de 1 000 chevaux, est monté à la partie supérieure. La génératrice, à 12 pôles, peut fournir 560 kilowatts. L'ensemble tourne à 340 tours. Les induits des deux machines sont réunis ensemble, et tournent autour de l'arbre qui est fixe. Le graissage se fait par circulation, sous une pression de 10 atmosphères.

Le moteur a 16 pôles, et l'enroulement à haute tension est renfermé dans cent quatre-vingt-douze encoches, contenant chacune dix-huit fils de 4 millimètres en série. Le rotor est en court-circuit, et enroulé dans trois cent vingt encoches semi-fermées.

Bien que l'entrefer du moteur soit $2^{mm}5$, le cos φ atteint 0,94.

La pulsation du courant continu dans les commutatrices. — L'expérience a montré, depuis quelque temps déjà, que le courant fourni par une commutatrice n'est pas rigoureusement continu. Dans l'*Elektrotechnische Zeitschrift*, du 3 mars, M. R. ELSASSER montre que la pulsation tient à la superposition des chutes de potentiel ohmiques du courant continu et du courant alternatif, à l'intérieur de l'enroulement induit.

Il étudie d'abord la commutatrice monophasée; il montre que, du côté continu, la fréquence de la variation de tension est double de celle du courant alternatif, et que son amplitude dépend de la largeur polaire en même temps que de l'intensité. Il trace, pour un cas particulier, la courbe de chute de tension, dont la forme est sinusoïdale du côté du maximum, et en pointe du côté du minimum. La différence totale de tension a une valeur double de la chute ohmique d'une machine à courant continu. S'il existe un décalage, les maxima se trouvent augmentés et déplacés, mais la forme de la courbe est peu modifiée. L'auteur trace également la courbe de chute de tension sur le côté alternatif.

Il examine ensuite la commutatrice triphasée. La tension pulsatoire y a une fréquence sextuple de celle du courant alternatif; ses valeurs minima correspondent aux points où l'un des trois courants est nul. Contrairement à ce qui arrive dans la commutatrice monophasée, la chute de tension est toujours positive; mais elle reste dépendante de la charge et de l'angle polaire. A vide, la tension se trouve ainsi plus élevée que la force électromotrice calculée. Un décalage dans le circuit produit un libre déplacement des courbes et un déplacement insignifiant des maxima.

Enfin, l'auteur considère la commutatrice hexaphasée et montre que, du côté continu, les choses se passent comme dans la machine triphasée, les maxima étant toutefois décalés de 30 degrés. Du côté alternatif, les chutes de tension et leurs différences sont très faibles. Les commutatrices peuvent être construites avec une résistance plus grande que les génératrices, l'échauffement y étant moindre; les considérations ci-dessus conduisent néanmoins à tenir compte de la résistance à un autre point de vue.

Enfin, dans le cas de la charge d'accumulateurs, les variations de tension peuvent provoquer d'importantes variations d'intensité, qui, dans des conditions favorables de résonance, peuvent amener le décrochage.

Prise de terre pour voies ferrées. — Dans les chemins de fer de montagne et en général dans les régions sèches, il est souvent difficile de se procurer une bonne prise de terre pour les lignes télégraphiques et les signaux.

M. FREY décrit, dans l'*Elektrotechnische Zeitschrift*, du 17 mars, un mode de connexion appliqué, depuis 1901, au chemin de fer du Gothard pour obtenir une prise de terre par les rails eux-mêmes.

La connexion s'effectue par un câble, relié à une plaque qui se serre sous le patin du rail, sans qu'il soit nécessaire de percer celui-ci. Le câble est protégé jusqu'à une profondeur de 68 centimètres par un tube de fer galvanisé. Il ne court aucun risque pendant l'entretien de la voie. L'appareil est facilement démontable au cas où il est nécessaire d'enlever le rail; mais pour prévoir cette éventualité, il est bon de disposer sur les voies principales trois ou quatre prises reliées ensemble, de sorte que l'une d'elles puisse être démontée sans interrompre le fonctionnement du système.

Phasemètre. — M. GRAU décrit, dans l'*Elektrotechnische Zeitschrift*, du 31 mars, un appareil destiné à mesurer le décalage entre le courant et la force électromotrice dans un circuit alternatif.

Dans un wattmètre ordinaire, la déviation α est liée à l'intensité I du courant principal et à l'intensité i du courant dérivé par la relation

$$I i \cos \varphi = C \alpha$$

C étant une constante.

Si donc on s'arrange pour que I et i restent constants malgré la variation de charge, l'appareil donnera une déviation proportionnelle à $\cos \varphi$, et par suite pourra servir comme phasemètre.

Pour y arriver, l'auteur dispose aux bornes du circuit à gros fil une résistance sans self-induction (rhéostat liquide). L'enroulement lui-même est formé d'un métal à faible coefficient de température, de sorte qu'un voltmètre branché entre ses bornes suffit pour vérifier la constance du courant I . L'intensité i est maintenue constante par le réglage de la résistance auxiliaire.

L'appareil peut, en plus de la graduation ordinaire, recevoir deux graduations complémentaires, dont l'une indique directement φ , et dont l'autre est graduée de façon qu'une division comprenne un nombre de degrés égal à la constante.

L'auteur, après avoir donné quelques indications sur la façon de conduire la mesure, indique le résultat de quelques expériences qu'il a faites pour vérifier l'exactitude de sa méthode.

Chute de tension des courants alternatifs sur les rails de chemins de fer. — L'*Elektrotechnische Zeitschrift*, du 21 avril, contient à ce sujet une étude de M. BEHN-ESCHENBURG. On sait que le retour du courant alternatif par les voies de tramways et de chemins de fer donne lieu à des troubles dans les systèmes téléphoniques ou télégraphiques avoisinants; de sorte qu'il est important, ou de réduire la chute sur ce conducteur de retour, ou de s'arranger de façon que le courant soit sans action sur les appareils. En réduisant la fréquence, on peut arriver à obtenir dans le téléphone un son assez bas pour que l'oreille y soit insensible; mais les relais télégra-

phiques et les sonneries restent sensibles à ces basses fréquences.

L'auteur publie le résultat d'expériences faites à ce sujet, montrant que la sensibilité du téléphone croît rapidement avec la fréquence, alors que celle du relais et de la sonnerie décroît; de sorte que, dans les endroits où il existe à la fois des lignes télégraphiques et des lignes téléphoniques, la réduction de la perte sur le rail de retour constitue le seul remède radical.

Il expose ensuite le résultat de mesures faites sur l'impédance de divers rails, et montre que, pour un rail de 30 kilogr., et dans les meilleures conditions, l'impédance par kilomètre de voie est $0,25 \times 10^9$ pour la fréquence 50, et $0,125 \times 10^9$ pour la fréquence 25.

Il décrit enfin un système de compensation, breveté par les ateliers d'Oerlikon, ayant pour objet de réduire l'intensité dans les rails pour la reporter dans un conducteur auxiliaire, la chute de tension sur les rails n'ayant lieu que sur une faible longueur, dans la partie où se trouve le train. On obtient ainsi la simplicité du retour par le rail, avec les avantages d'un conducteur de retour. Le conducteur auxiliaire est divisé en sections entre lesquelles sont intercalés les secondaires du transformateur dont les primaires sont intercalés entre les sections du conducteur aérien.

Après avoir exposé la théorie de ce dispositif, l'auteur indique les résultats d'expériences faites sur une voie d'expérience, où la chute de tension a pu être réduite au vingt-cinquième environ.

L'électrolyse par le courant de retour des tramways. — M. A. B. HERRICK fait une étude générale de cette question dans le *Street Railway*, du 2 avril.

Il fait remarquer d'abord que l'électrolyse n'est pas la seule cause de détérioration des conduites enfouies dans le sol, et indique quels sont les signes extérieurs auxquels on reconnaît l'attaque électrolytique sur la fonte, le fer et le plomb.

Il donne ensuite une méthode servant à reconnaître si l'attaque est électrolytique ou résulte d'une corrosion naturelle. Cette méthode consiste à monter sur le tube intéressé deux manchons, l'un en communication directe avec lui, l'autre isolé, et à observer l'état comparatif et la variation de poids de ces manchons au bout de six mois.

L'auteur indique ensuite les conditions qui favorisent ou atténuent l'attaque électrolytique. Dans les villes où l'usine d'élévation d'eau et la station génératrice sont voisines l'une de l'autre, les conduites restent en général indemnes, la résistance entre le rail et la canalisation augmentant en même temps que la différence de potentiel. Néanmoins, dans ce cas, les différences de potentiel entre le rail et la conduite sont plus élevées que lorsque les deux usines sont diamétralement opposées. Mais ces différences de potentiel, qui dépendent de la conductibilité du sol, ne donnent aucune indication en ce qui concerne les chances d'électrolyse.

Un pavage imperméable, ou une assise en béton pour le pavage, constitue une protection efficace. Comme la différence de potentiel active est celle entre la conduite et le sol avoisinant, l'auteur indique, pour sa mesure, un procédé qui consiste à descendre deux électrodes, l'une en contact avec la conduite, l'autre dans le voisinage immédiat. La mesure se fait par la méthode d'opposition, afin de n'introduire aucune force électromotrice parasite. On peut, du reste, tracer une courbe des différences de potentiel entre le rail et la conduite, en variant l'enfoncement de l'électrode auxiliaire.

L'auteur indique quelques conditions qui aggravent les risques: traversée des canalisations d'eau par les ponts, où les conduites de faible section transmettent tout le courant recueilli par de grandes étendues sur les rives; contact des conduites et des rails avec des ouvrages métalliques, etc.

Il indique finalement, d'une façon détaillée, les remèdes à employer (joints isolants dans les conduites, écrans métalliques entre le rail et les canalisations, etc.).

Une des méthodes qui ont donné les meilleurs résultats consiste à établir un conducteur de retour, qui, connecté aux canalisations, les met en communication avec l'usine. Il faut, avant d'établir cette connexion, étudier soigneusement le système, afin de bien choisir les points à relier, et éviter de relier les tuyaux immédiatement voisins de l'usine.

L'auteur indique le moyen de mesurer le courant qui passe dans un tuyau. Il décrit également un procédé pour la recherche rapide des connexions possibles entre les rails de retour et les canalisations.

ÉLECTROCHIMIE

Préparation du gaz oxyhydrique par le courant alternatif. — Dans la *Zeitschrift für Elektrochemie*, du 29 avril, MM. VAN NAME et GRAFENBERG exposent les recherches qu'ils ont faites au sujet de la décomposition de l'eau par le courant alternatif. La réalisation d'un appareil pratique pour cette préparation présenterait un grand intérêt, par suite de la facilité de transformation du courant, ce qui permet d'obtenir de fortes intensités sous des tensions basses.

Les facteurs qui influent sur le rendement sont la densité de courant et la fréquence.

Les auteurs ont opéré avec une fréquence à peu près constante (50 à 55) et ont employé comme électrolytes, tantôt de l'eau acidulée à 20 %, tantôt une solution de potasse au maximum de conductibilité. Ils se sont servi d'électrodes très variées (charbon, silicium, métaux divers) et ont mesuré dans chaque cas le pourcentage de gaz obtenu, et le rendement. Ils ont, en outre, fait des observations qualitatives en ce qui concerne la façon dont se comportent les divers électrodes.

Les rendements les plus élevés qui aient été observés, sont environ la moitié de ceux qu'on obtient avec le courant continu. En raison de l'attaque des électrodes, ces rendements ne peuvent, d'ailleurs, s'obtenir que pendant un temps limité.

Aucune substance n'a, en effet, été trouvée, qui convienne parfaitement pour les électrodes, et il semble ne pas exister de matière qui, avec le courant alternatif, résiste bien aux fortes densités de courant : le charbon se pulvérise et ne donne qu'un faible rendement; le silicium s'attaque peu en solution acide, mais présente une forte résistance de passage, comme l'aluminium. Le platine donne lieu à une dissolution lente, et à une modification superficielle. Il en est de même du platine à 20 % d'iridium. L'or se pulvérise avec les grandes densités de courant. Pour l'emploi des solutions alcalines, l'argent est peut-être le métal le mieux approprié. Il se dissout néanmoins lentement. Avec une densité de courant de 7 ampères par centimètre carré, le mélange obtenu contient un excès d'hydrogène, d'environ 2,50 %.

Les derniers progrès réalisés en électrochimie. — L'*Engineering*, du 1^{er} avril, donne un résumé d'une conférence faite par M. Bertram BLOUNT sur les progrès réalisés tout récemment en électrochimie, notamment en ce qui concerne l'emploi du four électrique à la préparation de produits chimiques relativement nouveaux comme le carbure de calcium et le carborundum, ou celle de produits très anciennement connus mais obtenus différemment autrefois comme le sulfure de carbone, le phosphore, un grand nombre d'alliages et de métaux carburés ou siliciés.

ENSEIGNEMENT

Le nouvel Institut métallurgique de Clausthal (Allemagne). — C'est en 1901 que les bâtiments de l'Académie des mines de Clausthal ont été entrepris, et aujourd'hui le gros œuvre est achevé; le pavillon de l'Institut métallurgique est même prêt à recevoir les étudiants. Le *Stahl und Eisen*, du 1^{er} avril, en reproduit les plans.

C'est un bâtiment à deux étages, où l'on trouve : au rez-de-chaussée, deux salles d'électrometallurgie, deux salles de pesées, un laboratoire d'essais par voie humide, et deux autres d'essais par voie sèche. Au premier étage, réservé à la sidérurgie : des laboratoires, salles de cours et d'études, bibliothèque, salle d'essais de matériaux, salle de dessin. Le second étage, consacré à la métallurgie générale, est distribué semblablement; on y trouve une salle de fours électriques et une de pesées.

Les dépenses de construction et d'aménagement sont élevées à 200 000 marks, non compris 21 000 marks pour les appareils de laboratoire.

HYDRAULIQUE

Usine élévatrice des eaux d'égout de Jackson Park, à Chicago. — Le système d'égouts actuellement en construction, à Chicago, comporte toute une partie du réseau située à un niveau très bas et qui nécessitera l'élévation des eaux d'une hauteur de 2^m 50 en vue de les renvoyer dans une conduite principale d'évacuation.

Cette usine, qui est en voie d'achèvement, fait

l'objet d'une étude détaillée dans l'*Engineering News*, du 31 mars.

L'installation comportera quatre machines à vapeur actionnant chacune l'arbre vertical d'une pompe centrifuge. Deux de ces machines, de plus petites dimensions, doubleront des machines qui sont actuellement en service, mais qui fonctionnent peu économiquement et pourront élever les eaux amenées pendant la saison sèche, soit de 560 à 1 400 litres par seconde.

Ces deux machines sont du type Corliss, à triple expansion, avec receivers intermédiaires dont le type est décrit; leurs puissances sont de 100 et de 175 chevaux. Les deux autres machines, d'une puissance de 250 chevaux, sont du type Corliss cross-compound; elles sont destinées à fonctionner pendant la saison pluvieuse et en temps d'orage; leurs pompes pourront ensemble débiter 7 000 litres par seconde à vitesse réduite et économiquement et, en cas de nécessité, 10 000 litres.

La construction des deux grosses machines à vapeur, les chaudières qui sont aquatubulaires, à vaporisation et à circulation rapides, la disposition de la machinerie font l'objet de descriptions spéciales et détaillées accompagnées de nombreuses figures.

La dépense en eau dans les écluses. — M. GRÖBE étudie, dans le *Zentralblatt der Bauverwaltung*, du 30 mars, la quantité d'eau nécessaire à l'éclusement des bateaux, en faisant intervenir dans son calcul le déplacement du bateau, et en évaluant successivement les volumes d'eau contenus dans le sas et dans chaque bief à toutes les phases de l'opération, soit pour un bateau montant, soit pour un bateau descendant, soit pour un croisement de deux bateaux. Il en déduit des formules simples qui peuvent être utiles pour l'étude d'un projet de voie navigable.

Emploi du tube de Pitot pour déterminer la vitesse des fluides dans les conduites et mesurer le débit. — L'*Engineering News*, du 31 mars, reproduit un mémoire dans lequel MM. James E. BOYD et Horace JUDG donnent le résultat des expériences qu'ils ont faites pour déterminer la valeur du coefficient K qui entre dans la formule $v = K \sqrt{2gh}$ relative à l'emploi du tube de Pitot quand on fait varier la forme et les dimensions soit du tube lui-même soit de la buse qui le termine.

L'emploi du tube de Pitot est, en effet, très commode (1) et se recommande par la facilité avec laquelle il permet de faire les lectures, mais les différents expérimentateurs qui l'ont préconisé ont donné pour sa constante des valeurs très diverses qui s'expliquent par les conditions différentes dans lesquelles ils ont opéré.

Les auteurs donnent en même temps, soit au moyen de graphiques, soit au moyen de tableaux, la forme du jet liquide sortant par un orifice selon la forme déterminée qui lui a été donnée, la vitesse aux différents points du jet et la valeur du coefficient de décharge.

Le calcul des turbines hydrauliques. — M. DANKWERTS, professeur à l'École technique de Hanovre, étudie, dans la *Zeitschrift für Architektur und Ingenieurwesen* (n^{os} 2 et 3 de 1904), les éléments du calcul des turbines hydrauliques : mouvement de l'eau dans les ajutages, niveaux piézométriques, choc de l'eau sur les augets d'une roue, mouvement de l'eau à l'entrée et à la sortie de l'aubage, pression et dépression dans la couronne mobile, examen du fonctionnement des turbines Francis, etc.

HYGIÈNE

Du rôle des rats dans la peste à bord des navires. — Les cas de peste constatés à bord des navires au cours de ces dernières années ont, à juste titre, préoccupé l'opinion publique et suscité d'intéressantes mesures de prophylaxie, dont le *Génie Civil* a signalé les plus intéressantes (2); toutes ont eu pour but la destruction des rats, considérés comme les principaux et même comme les seuls agents de contagion de cette maladie à l'homme.

Toute autre est l'opinion émise par le docteur Thomson, du Local government Board de la Grande-Bretagne, dans le mémoire qu'il a communiqué à la Conférence sanitaire récemment réunie à Paris

et que reproduit la *Revue d'Hygiène* dans son numéro de février dernier. L'auteur y estime que quelques cas frappants, influençant trop vivement l'opinion et les hygiénistes, ont empêché ceux-ci de peser toute l'évidence négative aussi bien que positive du rôle joué par les rats dans la transmission de la maladie; il est d'avis que ce rôle est beaucoup moins important qu'on ne le pense.

Bornant son étude à la propagation de la peste à bord, M. Thomson s'est efforcé de recueillir dans les rapports officiels de tous pays, ainsi que dans les publications concernant la santé publique, tous les faits ayant trait à la peste à bord et à ses relations avec les rats.

L'auteur a étudié le rapport qui existe entre la présence des rats et l'éclatement de la peste dans les trois cas suivants : danger de transmission de la maladie par des rats infectés : 1^o de la terre au navire; 2^o à des personnes se trouvant à bord; 3^o du navire à la terre. Au cours des quatre années qu'il a considérées, de 1898 à 1901, la peste fut reconnue à bord de 95 navires, soit isolément, soit simultanément chez l'homme et chez les rats. Chez l'homme seul, elle a été constatée sur 58 navires; chez l'homme et chez les rats, sur 28; et enfin chez les rats seulement sur 9. La présence des rats infectés n'aurait donc été reconnue que sur 37 navires.

M. Thomson fait remarquer que, dans le même laps de temps, sur 3 048 navires partis de Bombay, pour des ports situés hors de l'Inde, 20 furent reconnus contaminés : 16 par l'homme, 3 par l'homme et les rats, 1 par les rats seulement.

D'après les conclusions qu'il tire de ces chiffres et de l'examen particulier qu'il a consacré aux cas les plus frappants, il résulterait que la mortalité constatée chez les rats n'a pas été toujours due à la peste, que, d'autre part, la peste des rats ne serait pas éminemment contagieuse pour l'homme et qu'elle pourrait avoir été, au contraire, transmise en certains cas par l'homme aux rats; qu'enfin dans les quatre cas de contagion relevés du vaisseau à la terre, la propagation paraîtrait devoir être attribuée plutôt au contact direct avec des malades, qu'à l'intermédiaire des rats.

Tout en reconnaissant les difficultés d'apprécier exactement, d'après les données incomplètes dont il disposait, le degré du danger, M. Thomson est d'avis que l'importance du rôle joué par les rats dans la propagation de la maladie est minime et, qu'en l'exagérant, on risque de négliger l'étude des autres causes de transmission.

Le Congrès international d'hygiène scolaire de Nuremberg. — Le premier Congrès international d'hygiène scolaire s'est tenu, du 4 au 9 avril dernier, à Nuremberg, et le *Zentralblatt der Bauverwaltung*, des 20, 23 avril et 4 mai en donne un compte rendu sommaire. Plus de 1 500 congressistes s'étaient réunis sous la présidence du prince Louis-Ferdinand de Bavière.

Les travaux des sept sections concernaient : l'hygiène des bâtiments scolaires; l'hygiène de l'enseignement; l'hygiène des instituteurs et élèves; les exercices corporels des écoliers; les maladies et les soins médicaux dans les écoles; les écoles spéciales; l'hygiène des élèves en dehors de l'école.

Le docteur Hermann COHN, de Breslau, a signalé les progrès de la myopie dans les écoles : cet oculiste a compté en 1902, à Breslau, 60 % d'élèves myopes. Il a préconisé divers aménagements du mobilier scolaire et de l'éclairage pour y remédier.

Le professeur ERISMANN, de Zurich, a étudié l'orientation des bâtiments scolaires, l'exposition des fenêtres des classes aux rayons solaires, etc. Cette question a été longuement discutée.

Le professeur MEYER, de Hambourg, a entretenu le Congrès des baraquements scolaires installés dans cette ville, en raison de l'affluence sans cesse croissante des enfants, faisant ressortir certains avantages de ces pavillons séparés et dépourvus d'étages. La ville a, aujourd'hui, 96 classes installées dans 56 pavillons.

M. Wedgus a présenté une communication sur les nouvelles constructions scolaires à Budapest. Cette ville a 63 000 écoliers et 234 instituteurs. Le manque de place a conduit à organiser les toits des écoles en terrasses de récréation.

Le chauffage, l'éclairage, la lutte contre la poussière, les bains, les dangers d'incendie, les revêtements intérieurs des bâtiments, le mobilier scolaire, etc., ont été également l'objet de nombreux rapports et communications.

Le prochain Congrès doit avoir lieu dans trois ans, à Londres.

(1) Voir le *Génie Civil*, t. LXIII, n^o 24, p. 380.

(2) Voir le *Génie Civil*, t. XLIII, n^o 40, p. 154, et t. XLIV, n^o 11, p. 172.

INDUSTRIES TEXTILES

Le coton en Égypte. — Dans une conférence faite à la *Société de Géographie commerciale* (Bulletin de février 1904), M. LECOMTE a donné un intéressant aperçu de l'industrie cotonnière en Égypte et résumé les observations qu'il a recueillies au cours d'un récent voyage d'étude entrepris à ce sujet dans ce pays.

Il y montre la production du coton s'élevant de 8 millions de kilogrammes en 1851 à 300 millions dans l'année 1903, ce qui, au prix actuel, représente une somme totale de plus de 600 millions de francs, pour un pays qui ne compte guère plus de 10 millions d'habitants.

Ce n'est cependant pas dans les conditions climatologiques de l'Égypte que l'auteur voit l'origine d'un tel développement; en effet, pour que la culture du cotonnier y puisse prospérer, une région doit réunir trois conditions essentielles: un sol convenable, de préférence argilo-sableux, une température moyenne (de 15 à 20 degrés) absolument exempte de gelées, une humidité suffisante mais sans excès. Or si, en Égypte, les deux premières de ces conditions sont remplies, la troisième est loin de l'être, si l'on songe qu'en certains endroits le pluviomètre n'y indique, par année, que l'infime proportion de 16 millimètres d'eau.

Il fallut donc, pour alimenter les cultures du cotonnier, recourir à des travaux de dérivation du Nil; ce système a présenté deux phases consécutives: celle de l'immersion pratiquée dès l'antiquité et celle de l'irrigation qui substitua des travaux en creux aux travaux en relief; cette belle œuvre de rénovation fut accomplie sous les auspices du khédive Méhémet-Ali par deux Français, Linan-Bey et Mougel-Bey. Elle fut continuée et complétée par la remarquable réglementation que les Anglais y établirent pour la régularisation des prises d'eau et le remplissage des canaux.

M. Lecomte estime que si l'on se préoccupe de rechercher les pays dans lesquels on peut alimenter le cotonnier, il faut procéder non par *élection*, mais par *élimination*, c'est-à-dire rejeter les régions dans lesquelles on rencontre des empêchements absolus; telles sont, à son avis, les savanes du Congo où la couche de terre arable est insuffisante et les pluies trop fréquentes et trop abondantes; par contre, il pense que, si des travaux semblables à ceux accomplis en Égypte étaient entrepris dans nos possessions du Sénégal et du Soudan, nous pourrions arriver au même résultat et que la Société cotonnière coloniale, qui s'est fondée pendant ces dernières années chez nous, pourrait, en s'attachant avec persévérance à cette lutte contre la nature, trouver dans ces contrées le moyen de fournir, autant que possible, notre marché et de parer aux dangers que nous réserve peut-être celui des États-Unis.

Machine à encoller avec étuve à air chaud. — Le *Praktische Maschinen-Konstrukteur*, du 5 mai, décrit une machine à encoller avec étuve, construite par les ateliers Butterwork et Dickinson, à Burnley (Angleterre).

MATÉRIAUX DE CONSTRUCTION

L'industrie du plâtre dans l'État de Kansas (États-Unis). — L'industrie du plâtre, qui s'est localisée dans l'État de Kansas, aux États-Unis, n'a pas considérablement augmenté d'importance dans ces dernières années. La production totale est restée sensiblement la même. Néanmoins, l'industrie a subi et subit encore une transformation complète, les petites usines tendant à disparaître et à être remplacées peu à peu par des fabriques très importantes munies de l'outillage le plus perfectionné en vue de réduire au minimum la dépense en main-d'œuvre.

C'est une de ces nouvelles fabriques, celle de la Electric Plaster Co., à Blue Rapids, qui a été prise comme type et qui fait l'objet d'une étude très détaillée de M. W. R. CRANE, dans l'*Engineering and Mining*, du 17 mars.

Comme son titre l'indique, cette Société emploie dans ses usines la force motrice sous forme électrique. Celle-ci lui est fournie par une station centrale hydro-électrique, située à environ 2 400 mètres de la plâtrerie.

L'extraction de la pierre à plâtre est souterraine; elle se fait par galeries à flanc de coteau et par puits.

La cuisson et le traitement du plâtre se font par les procédés ordinaires et ne diffèrent que parce que toute la manutention est faite électriquement. L'étude indique en détail comment a été faite cette installation et comment sont conduites les différentes opérations.

MÉCANIQUE

Pompe d'épuisement, du type Cornouailles, mue par une machine compound. — Une machine élévatoire, du type Cornouailles, et de très grandes dimensions, a été installée aux mines de Waihi (Nouvelle-Zélande) en vue d'élever 6 750 litres d'eau par minute à une hauteur de 470 mètres. Cette installation fait l'objet d'une description détaillée dans l'*Engineering*, du 18 mars.

La puissance de la machine est de 750 chevaux, elle fait 7 tours par minute. La machine motrice est du type compound, à condensation par surface, utilisant de la vapeur à 10*5 par centimètre carré et supportant une détente totale dans les deux cylindres de $\frac{1}{14}$.

Le cylindre H. P. a 1*50 de diamètre et une course de 1*83, le cylindre B. P. a 2*80 de diamètre et une course de 3*66; la course du piston des pompes est également de 3*66.

Le balancier est formé de plats et de cornières en acier avec des parties en fonte au droit des attaches des différentes bielles de commande. Il a 14*63 de longueur et 2*44 de hauteur maxima, il pèse plus de 50 tonnes.

La pompe à air est disposée verticalement et commandée directement par une bielle attachée au balancier.

La machine est munie d'un régulateur Davey; toutes les canalisations, valves et accessoires sont des modèles les plus récents et les plus perfectionnés.

Machines à battre les pieux et derricks repliables pour les travaux le long des voies ferrées. — L'*Engineering Record*, du 19 mars, décrit plusieurs types de machines à battre les pieux, pouvant fonctionner également comme derricks, et qui, montées sur un double truck, et pouvant circuler sur les voies ferrées en vue d'y faire les travaux de réparations nécessaires, permettent au besoin d'aider à la construction de ponts ou de chevalements. A cet effet, le derrick est repliable facilement, de façon à constituer un ensemble ne dépassant pas les dimensions du gabarit.

Dans tous ces modèles, la machinerie est placée à l'une des extrémités du chariot et fait contrepoids au derrick et à sa charge placés nécessairement en porte à faux. Les uns sont équipés à haubans avec des inclinaisons variables, d'autres sont à parties glissant l'une sur l'autre ou l'une dans l'autre. Les uns peuvent travailler en bout, d'autres en bout et en côté à la fois.

Après avoir décrit quelques-uns des types américains principaux, les plus perfectionnés et ayant fait leurs preuves dans certains travaux, l'auteur termine par un exposé des conditions auxquelles doit satisfaire un semblable appareil.

Procédé permettant de relever des diagrammes de temps avec les indicateurs ordinaires. — M. SCHÜLE, après avoir fait remarquer que les diagrammes relevés à la manière ordinaire, sur un tambour animé d'un mouvement alternatif, donnent l'expression des phénomènes enregistrés (pression, etc.) en fonction d'abscisses qui ne sont pas proportionnelles aux temps, insiste, dans la *Zeitschrift des Vereines deutscher Ingenieure*, des 26 mars et 2 avril, sur l'utilité de relever des diagrammes de temps, c'est-à-dire où les abscisses sont proportionnelles aux temps. Mais comme l'installation et la commande d'un tambour à mouvement uniforme et continu présentent quelques difficultés, il propose la réalisation d'un mouvement uniformément accéléré, basée sur la théorie de la machine bien connue dite d'Atwood, pour l'étude de la pesanteur.

Le tambour de l'indicateur, débarrassé de ses ressorts et de ses taquets, est placé dans une position horizontale, sur le moteur en essais; un fil, enduit de résine pour éviter les glissements, passe sur la gorge qui existe sur le tambour pour la commande ordinaire, et porte deux poids égaux. Le mouvement dans le sens choisi est déterminé par l'addition de poids supplémentaires. Il n'est pas indispensable, d'après l'auteur, d'avoir des supports à billes ou à rouleaux pour l'appareil mobile.

M. Schüle étudie par le calcul les propriétés des

diagrammes ainsi relevés, dont l'allure est particulière, et la manière de les transformer graphiquement en diagrammes à abscisses proportionnelles aux temps. Il donne plusieurs exemples de diagrammes résultant de ses expériences, et termine en appelant l'attention sur les services que peut rendre ce procédé pour l'étude des moteurs à explosions.

L'équilibrage des arbres à manivelles. — M. ROTH publie, dans la *Zeitschrift des Vereines deutscher Ingenieure*, du 16 avril, une note sur l'équilibrage des arbres à manivelles, question qui a été récemment l'objet, dans le *Génie Civil*, d'une étude théorique détaillée (1).

La turbine Parsons. — M. MUSIL, professeur à l'École technique supérieure de Brunn, donne dans la *Zeitschrift des Oesterreichischen Ingenieur-Vereines*, des 8 et 15 avril, une étude d'ensemble de la turbine Parsons (2).

Machines-outils transportables, à commande électrique. — Le *Praktische Maschinen-Konstrukteur*, du 12 mai, reproduit un certain nombre de petites machines-outils, principalement des perceuses, recevant leur mouvement d'un moteur électrique par l'intermédiaire de commandes flexibles. Ces appareils sont construits par la Société d'Électricité Lahmeyer, à Francfort.

MÉTALLURGIE

L'industrie du fer et de l'acier dans le bassin de la Haute-Silésie. — M. G. BRESSON publie, dans la *Revue de Métallurgie*, de mars 1904, un travail d'ensemble sur l'état actuel de l'industrie du fer et de l'acier dans le bassin de la Haute-Silésie, en utilisant les notes prises dans un récent voyage, les rapports des principales Sociétés industrielles et surtout une statistique très complète publiée chaque année par l'« Association des Mines et Usines de la Haute-Silésie » qui permet de se faire une idée assez exacte des conditions du travail métallurgique dans cette région.

L'auteur passe successivement en revue la situation géographique de ce bassin, ses voies de communication, sa production de houille, de coke, ses minerais, sa production en fonte, fer, acier et produits finis.

En résumé, l'industrie sidérurgique dispose dans la Haute-Silésie d'un combustible très abondant, peu cendreuse et d'excellente qualité pour le chauffage des fours et des chaudières; mais la houille à coke y est rare. Elle est presque entièrement détenue par l'État prussien qui exploite les belles mines des environs de Zabrze.

Les exploitants de mines font rarement le coke eux-mêmes; les grandes Sociétés sidérurgiques ont, à côté des hauts fourneaux, leurs batteries de fours à coke et achètent les charbons gras nécessaires pour arriver à une qualité acceptable. Toutes traitent le gaz sortant des fours pour la production du goudron, des eaux ammoniacales et souvent du benzol.

La mauvaise qualité des minerais de la Haute-Silésie et la friabilité du coke y ont longtemps maintenu l'industrie de la fonte dans un état d'infériorité. L'importation des minerais de Suède, de Styrie et des Karpathes, jointe à l'amélioration dans la qualité du coke, ont remédié à cette situation. Un haut fourneau de 20 mètres de hauteur et d'une production de 150 tonnes par jour semble devoir rester pour la Sibirie le maximum adopté.

Les gaz sortant des gueulards des hauts fourneaux y sont utilisés, pour la production de l'électricité, dans des usines centrales d'où elle est répartie entre tous les ateliers.

Dans les aciéries de cette région où le procédé Martin est plus en faveur que le procédé Thomas, la capacité des appareils ne paraît pas devoir excéder 10 tonnes pour les cornues et 20 tonnes pour les fours.

L'industrie du fer s'est développée de bonne heure en Silésie; le haut fourneau de Gleiwitz passe pour le plus ancien du continent. Les forges n'y présentent pas, en général, des dispositions d'ensemble aussi satisfaisantes que celles des nouvelles aciéries

(1) Voir le *Génie Civil*, t. XLIII, n° 4, p. 34; n° 5, p. 69, et n° 6, p. 83.

(2) Voir le *Génie Civil*, t. XXXIX, n° 3, p. 33, et n° 43, p. 213; t. XL, n° 8, p. 121, et n° 22, p. 372; t. XLII, n° 24, p. 393; t. XLIII, n° 21, p. 335; t. XLIV, n° 1, p. 64.

créées dans le bassin de la Ruhr. La Silésie possède cependant des installations de laminage récentes et fort bien étudiées, mais elle ne pourrait à cet égard soutenir la comparaison avec mainte usine de l'ouest de l'Europe.

Les usines de Silésie et de Westphalie ont bien le charbon au-dessous d'elles, mais les premières n'ont pas les minerais de la Lorraine et du Luxembourg à proximité; elles ne disposent pas non plus dans leur voisinage de ports qui puissent diriger sur le monde entier l'excédent de leurs produits devant lesquels la Russie, la Hongrie et l'Autriche ont établi maintenant une barrière à peu près infranchissable.

Aussi, alors que la production de la fonte, en Allemagne, passait en cinq ans, de 7 402 717 tonnes à 8 402 660 tonnes, celle de la Haute-Silésie, qui était en 1898 de 678 849 tonnes était, en 1902, de 685 450 tonnes et n'avait, pour ainsi dire, pas varié pendant ces cinq années.

Les usines de la Gutehoffnungshütte à Oberhausen (Allemagne). — La Société de la Gutehoffnungshütte, dont la fondation, sous sa forme primitive, remonte à 1810, possède aujourd'hui, sans parler de ses mines et carrières, de grandes usines à Oberhausen, qui se sont successivement accrues et agrandies. Ce sont les anciens laminoirs (installés dès 1829); les nouveaux laminoirs (1868); la forge (1855); des fonderies de fer et d'acier, un atelier de ponts, une fabrique de machines et de chaudières, un atelier de pilons et de presses.

Le *Stahl und Eisen*, des 15 avril et 1^{er} mai, contient une importante monographie de ces usines.

Les hauts fourneaux, au nombre de neuf, dont les deux plus anciens, qui n'ont pas une capacité de 250 mètres cubes, ne servent qu'au ferromanganèse. Les sept autres ont environ 350 mètres cubes de capacité; leur hauteur, depuis la sole jusqu'au niveau de la plate-forme du gueulard, est de 21 mètres.

Les gaz dégagés sont épurés à sec et utilisés dans une dizaine de moteurs à gaz qui actionnent des dynamos ou des alternateurs triphasés ou des machines soufflantes.

La fonte, après passage dans des mélangeurs, est envoyée aux quatre convertisseurs, qui en traitent 1 100 tonnes par vingt-quatre heures. Cette fonte est notablement phosphoreuse et son traitement au convertisseur basique demande une certaine précision dans les opérations pour obtenir un métal de bonne qualité. Ce métal est versé dans des poches montées sur chariots, et de là dans deux fosses dont l'une alimente les gros laminoirs et l'autre les laminoirs à tôles. Les blooms des gros laminoirs pèsent 2 200 kilogrammes.

L'installation des fours Martin comporte quatre fours anciens de 12 tonnes et trois nouveaux de 25 tonnes. Les premiers sont destinés à être remplacés par d'autres fours de 25 tonnes. Les grues de service sont à commande électrique.

Le laminoir dégrossisseur, à cylindres en acier, espacés de 1 mètre d'axe en axe, étire les lingots jusqu'à la section carrée de 100 millimètres de côté. Ceux-ci sont entraînés jusqu'aux deux cisailles hydrauliques, qui les débitent suivant leur destination. La commande du laminoir est faite par un moteur à vapeur à simple expansion, de 5 500 chevaux à la vitesse de 120 tours et à la pression de vapeur de 8 kilogrammes.

Deux autres trains trios avec tous leurs dispositifs, accessoires de commande, de manœuvre, d'entraînement des laminés, servent à la fabrication des rails et des profilés. En outre, des laminoirs à machine, à bandages, etc., sont installés dans cet atelier. Un atelier de fabrication des roues y est adjoint.

Les fonderies de fer et d'acier, ainsi que l'atelier des presses de forge, de construction récente, sont installées dans de longues halles à plusieurs travées, et desservies par des voies ferrées aériennes. On trouvera dans l'article du *Stahl und Eisen* la nomenclature des cubilots, grues, étuves et engins divers dont elles sont pourvues, et qui ne diffèrent pas de ceux qu'emploient toutes les grandes usines.

De l'influence du mode de chargement des hauts fourneaux sur la durée de leur garnissage intérieur. — Dans l'*Engineering News*, du 24 mars, M. David BAKER étudie l'influence que peut avoir le mode de chargement du minerai et du coke d'un haut fourneau, sur la façon dont se comporte son revêtement intérieur au point de vue de la durée.

M. Baker montre d'abord que l'emploi des transporteurs mécaniques substitués à la brouette, s'il a

l'avantage incontestable d'alimenter le haut fourneau d'une façon économique, continue, régulière et grâce à laquelle sont rigoureusement observées les proportions qui ont été déterminées pour la composition du lit de fusion, a l'inconvénient de manier plus longuement et plus souvent les charges, et par conséquent, même dans les cas les plus favorables, de produire du poussier.

Dans les appareils de chute, ce poussier se comporte différemment du gros; la charge se répartit inégalement et amène une quantité plus ou moins grande d'un des constituants dans une même région du haut fourneau, donnant ainsi naissance avec les matières du garnissage à des réactions qui n'ont pas été prévues, puisqu'on a fait tous les calculs sur la considération des charges moyennes.

Dans certains cas, il peut alors en résulter des corrosions affectant toujours un même côté du haut fourneau et entraînant rapidement sa mise hors service.

L'auteur justifie ses vues au moyen de plusieurs exemples qu'il a spécialement étudiés. Il doute même que, dans tous les cas, la perte de pouvoir calorifique du combustible du fait d'avoir été réduit en poussier, soit compensée par l'économie de main-d'œuvre faite en substituant le chargement par les moyens mécaniques, au chargement à la brouette.

Sans vouloir prétendre revenir à celui-ci, qui avait cependant l'avantage d'échapper à ces critiques, quand il était fait par des ouvriers consciencieux, il attire l'attention des chefs de fonderie sur le soin qu'il convient d'apporter dans l'installation des appareils de transport, de déversement et de déchargement, notamment dans le cas où le coke est friable, en vue de réduire la proportion de poussier au minimum, et de répartir très également les différentes couches dans le haut fourneau.

MINES

Emploi des lampes électriques portatives dans les mines. — M. CUVELETTE, Ingénieur des Mines, examine, dans une communication à la Société de l'Industrie minière (bulletin trimestriel, 1^{re} livraison de 1904), l'emploi des lampes électriques portatives dans les mines. Ces lampes, à piles ou à accumulateurs, constituent une source de lumière isolée de l'atmosphère ambiante et écartent toute possibilité d'inflammation directe du grisou.

La lampe à pile, de faible durée, exige des manipulations délicates et on ne paraît pas avoir essayé d'autre type que celui de Schanschiff, à solution de sulfate mercureux et charbon.

Les lampes à accumulateurs sont à batterie humide ou sèche: dans la première catégorie se rangent les lampes, déjà anciennes, Stella, Bristol, etc., et celle, plus récente, de Mallet-Parent; les lampes Sussmann, Neu-Catrice, Max, Lindeman, rentrent dans la seconde classe.

L'auteur donne d'intéressants détails sur ces différents appareils et indique les dispositions utilisées pour le chargement de leurs accumulateurs, aux mines de Bruay, où l'on emploie les lampes Neu-Catrice, et aux mines de Carvin où sont en service des lampes Mallet-Parent.

Le poids des lampes électriques est, en général, supérieur à celui des lampes à benzine avec rallumeur (1^{re} 700), mais cet inconvénient paraît, d'après l'auteur, tout à fait acceptable, particulièrement pour l'ouvrier des tailles, qui accroche sa lampe en arrivant au chantier.

Jusqu'à maintenant, les Sociétés qui fournissent les lampes passent le plus souvent avec la mine un contrat d'éclairage qui constitue plutôt une location qu'une vente.

M. Cuvelette, passant en revue les causes de danger présenté par l'emploi de ces appareils (bris d'ampoule, étincelle, etc.), indique les moyens d'y remédier dans la mesure du possible. Il constate, en outre, que leur plus grand inconvénient est de ne pas permettre pratiquement la reconnaissance du grisou; lorsqu'on les utilise, il y a donc lieu de se préoccuper d'un moyen avertissant le mineur de la présence de ce gaz.

Dans ce cas, il est facile, d'après M. Cuvelette, de satisfaire au règlement en usage dans les mines grisouteuses de France, en remettant au bout-feu une lampe de sûreté ordinaire et en maintenant un certain nombre de lampes ordinaires judicieusement réparties dans les tailles et les points particulièrement délicats de l'exploitation.

L'auteur rappelle, d'ailleurs, les conditions générales qui ont été définies, en Belgique, par la

Commission d'électricité, pour réglementer l'usage des lampes électriques portatives dans les mines à grisou des première, deuxième et troisième catégories, qui correspondent à peu près aux mines faiblement grisouteuses, franchement grisouteuses et à celles à dégagements instantanés. Il fait remarquer, enfin, qu'en Angleterre l'emploi de ces lampes est autorisé, mais qu'en Allemagne, il n'est permis que dans les mines où celui des lampes à feu nu est autorisé.

PHYSIQUE INDUSTRIELLE

Les charbons employés en sucrerie. — Dans une conférence faite récemment à l'Assemblée générale du *Syndicat des fabricants de sucre de France*, M. Émile SAILLARD indique les résultats de l'étude qu'il avait entreprise avec la collaboration de MM. Morizot et Creuzet, chimistes au Laboratoire syndical, dans le but:

1° D'établir si les charbons fournis par telle ou telle mine sont supérieurs à ceux de telle autre mine;

2° De rechercher si, avec les résultats analytiques obtenus, on ne pourrait pas formuler de règles pratiques pouvant guider les fabricants dans l'achat de leurs combustibles.

Il rappelle tout d'abord les instructions qui ont été adressées à tous les membres du Syndicat concernant le prélèvement des échantillons, afin d'obtenir un bon échantillonnage.

Les analyses de ces échantillons comportent les dosages de l'humidité, des cendres, des matières volatiles, du soufre et du pouvoir calorifique par l'obus Mahler. Après avoir passé rapidement en revue les méthodes employées pour ces différents dosages, M. Saillard résume, dans un tableau, les résultats obtenus sur 350 échantillons de charbon.

De la discussion de ces résultats, l'auteur tire un certain nombre de conclusions qui peuvent guider dans l'achat des combustibles:

1° La teneur en eau des charbons est presque toujours comprise entre 0,5 et 3 %; 2° le pouvoir calorifique des matières volatiles va en diminuant à mesure que la teneur en matières volatiles de la partie combustible du charbon va en augmentant; 3° la partie combustible des charbons analysés accuse à l'obus un pouvoir calorifique maximum, qui est d'environ 8 900 calories quand elle contient environ 22 % de matières volatiles. Il ne faut pas chercher à dépasser ce chiffre de 22 % attendu que les charbons trop riches en matières volatiles sont plus difficiles à bien utiliser avec les générateurs employés en sucrerie; 4° pour les charbons d'une même mine, le pouvoir calorifique diminue en même temps que la teneur en cendres augmente. Le pouvoir calorifique diminuant quand la teneur en cendres et celle en matières volatiles augmentent parallèlement de la même quantité, des charbons de compositions diverses peuvent posséder le même pouvoir calorifique; 5° le coefficient de vaporisation que peut atteindre, au maximum, la partie combustible du charbon, supposée riche, est de 13^{es} 5; pratiquement, ce coefficient devient 8^{es} 8; 6° un charbon est de bonne qualité quand, dans la pratique industrielle, il peut accuser un coefficient de vaporisation égal à 8, c'est-à-dire quand il accuse à l'obus un pouvoir calorifique variant de 8 050 à 8 200 calories. Il répond alors aux compositions suivantes:

Soit 8 % de cendres et 46 à 22 % de matières volatiles.	
7 " " — 10 à 16 " —	
6 " " — 7 à 12 " —	

A égalité de pouvoir calorifique et toutes choses égales d'ailleurs, il faut donner la préférence aux charbons dont la matière combustible renferme le moins de matières volatiles. Moins il y a de cendres, pour une composition déterminée de la matière combustible, plus le pouvoir calorifique est élevé. Enfin, il faut également tenir compte de la fusibilité des cendres.

Action des produits de la combustion sur l'explosion suivante dans les moteurs à explosion. — Dans l'*Engineering*, du 11 mars, MM. L. BAIRSTOW et A. D. ALEXANDER donnent les résultats des expériences qu'ils ont faites en vue de prouver les bons effets résultant de la présence des gaz provenant de l'explosion précédente, quand ceux-ci sont en proportion convenable dans le mélange tonnant qui va exploser.

Antérieurement, M. Grover avait déjà montré que dans un mélange de gaz de houille et d'air, si le rapport du premier au second est moindre que un

dixième, il y a avantage à remplacer une partie de l'air par les produits de combustion provenant de l'explosion précédente. Au delà de un dixième, ce remplacement, s'il est fait en petite quantité, donnerait encore une légère augmentation de pression; s'il est fait en grandes proportions, il est plutôt préjudiciable.

Les auteurs représentent à l'aide de graphiques les résultats des expériences qu'ils ont faites relativement à ce sujet, ainsi que les résultats des expériences ayant trait aux pressions différentes qu'on observe quand on fait varier d'autres conditions de l'explosion.

Laboratoire national de Physique à Fedding-ton (Angleterre). — *L'Engineering*, du 25 mars, donne un résumé des essais et études faites pendant l'année 1903, deuxième année d'existence de ce laboratoire qui rend d'importants services aux Ingénieurs et dont le Conseil est présidé par lord Kelvin et lord Raleigh.

Les différentes branches qui ont acquis le plus d'extension, sont : l'optique, l'électricité, la chaleur, la métallographie, les instruments de mesure et l'art de l'ingénieur. Le laboratoire a beaucoup travaillé malgré l'insuffisance de ses installations. En 1902, il fit 269 essais (recettes £ 69) et 1330 en 1903 (recettes £ 350).

Parmi les essais et expériences principaux, nous citerons des expériences sur les pressions du vent, sur des surfaces diverses; pour cela il a été érigé une tour de 16^m50 munie de deux bras portant les surfaces à essayer que l'on compare en les équilibrant.

D'autres expériences ont été faites, dans le laboratoire, au moyen d'un ventilateur permettant d'obtenir des vitesses de vent de 1 000 mètres à la minute. Il a été fait des déterminations de la chaleur spécifique de vapeur surchauffée, des essais de thermomètres pour la mesure de la température au fond des mers, des essais de résistances électriques d'étalons de mercure, des déterminations de hautes températures au moyen de couples thermo-électriques, des études métallographiques, etc.

Puissance des ventilateurs pour cubilots. — Dans *L'American Machinist*, du 9 avril, M. Th. D. West, après avoir exposé diverses difficultés éprouvées dans l'installation d'un ventilateur électrique destiné à un cubilot, engage à faire un essai du ventilateur entièrement ouvert afin de s'assurer de la puissance maximum qu'il est susceptible d'absorber.

Pour un même ventilateur, divers facteurs influent sur la puissance demandée en service : longueur et forme de la tuyauterie, disposition des tuyères, charge du cubilot, etc.

Il indique deux règles empiriques pour déterminer la puissance du moteur nécessaire : la première consiste à prendre les trois quarts de la puissance absorbée par le ventilateur ouvert; la seconde consiste à prendre la différence entre cette puissance et celle qu'absorbe le ventilateur fermé.

M. West publie enfin quelques résultats d'essai, que nous reproduisons dans le tableau ci-dessous :

VITESSE DU VENTILATEUR (tours par minute)	PUISANCE ABSORBÉE en chevaux	PRESSION en centimètres d'eau	OBSERVATIONS
1 800	120,5	22	Pas de combustible dans le cubilot.
1 800	104,0	33	Après allumage du coke dans le cubilot.
1 800	76,7	48	Cinq minutes après le commencement de l'opération.
1 800	75,4	57	Pendant l'opération.
1 800	151,6	"	Ventilateur ouvert librement.
1 800	37,2	65	Ventilateur fermé.

RÉSISTANCE DES MATÉRIAUX

Essais du viaduc métallique d'Enggenburg (Autriche). — La ligne de Vienne à Egra (Autriche) ayant été construite à une seule voie, on a dû peu à peu, dans ces dernières années, procéder au doublement de la voie, ce qui a nécessité, notamment pour le viaduc d'Enggenburg, la création d'un second ouvrage parallèle et juxtaposé au premier, composé aussi de trois travées, mais avec une portée centrale

plus considérable et des piles en maçonnerie complètement distinctes des anciennes.

Le tablier est supporté par des poutres continues, à double treillis, dont la membrure supérieure est rectiligne, et la membrure inférieure, horizontale dans la travée centrale, se relève progressivement jusqu'aux points d'appui des culées.

L'Oesterreichische Wochenschrift, du 9 avril, donne les conditions d'établissement de ce pont, dont la longueur totale est de 89^m50 (la travée centrale a 48 mètres de portée), et en étudie la résistance d'après les données du train-type qui a servi aux épreuves de charge, avec des tableaux et des graphiques détaillés.

La stabilité des charpentes. — La stabilité des charpentes, considérées comme des systèmes géométriques articulés à chacun de leurs nœuds, est l'objet d'une étude détaillée de M. SCHLINK, professeur à l'École technique supérieure de Darmstadt, dans la *Zeitschrift für Architektur und Ingenieurwesen* (nos 2 et 3 de 1904).

TÉLÉGRAPHIE

Appareils télégraphiques à impression, système Steljes. — Les appareils télégraphiques imprimeurs, du système Steljes, qui sont construits en Angleterre et en Allemagne, utilisent le courant alternatif de magnéto pour toutes les opérations : commande de la roue des types, correction, impression, etc.

Les manipulations de l'expéditeur se bornent à abaisser les trente touches du transmetteur, correspondant chacune à une lettre ou chiffre. Dans les transmetteurs manœuvrés à la main, la magnéto est actionnée par une manivelle placée devant le clavier. Celui-ci est constitué par un cadran, dont chaque case correspond à la fois à une lettre et à un signe ou chiffre; deux touches servent à passer des lettres aux signes ou réciproquement. Un index mobile sur ce cadran se fixe sur chacune des cases dont on abaisse la touche. Ce simple mouvement produit l'impression du signe, et dans les deux postes, pour permettre de vérifier l'exactitude de la dépêche. La touche abaissée se relève dès qu'on en actionne une autre.

Le récepteur, assez analogue en apparence à un récepteur Morse des bureaux français, porte une roue des types qui imprime en caractères ordinaires sur une bande continue. Le mécanisme assure les six opérations suivantes : commande et correction de la roue des types, passage des lettres aux chiffres ou inversement, encrage, impression, et progression du papier.

Le *Praktische Maschinen-Konstrukteur*, du 21 avril, décrit le mécanisme et le fonctionnement de cet appareil.

TRAVAUX PUBLICS

Construction du pont sur la Monongahela River, à Pittsburg (États-Unis). — On vient de terminer, à Pittsburg, le montage du pont sur la Monongahela River qui doit livrer passage à la double voie du Carnegie and Western Railroad. *L'Engineering Record*, du 5 mars et des 2 et 9 avril, donne la description de ce pont, et des diverses phases et opérations de son montage.

L'ouvrage se compose du pont proprement dit et des viaducs d'approche; le pont repose sur quatre piles, il est d'une longueur totale de 458^m40 d'axe en axe des piles extrêmes, il est du type cantilever à membrure inférieure droite et inclinée uniformément à la pente de 1 %; la membrure supérieure est constituée par des barres droites articulées à leur jonction avec les montants limitant chacun des panneaux, de telle sorte que cette membrure affecte la forme d'un des polygones funiculaires correspondant aux charges en présence. La travée principale a une longueur de 247^m50 d'axe en axe des piles médianes, laissant à la navigation une ouverture de 239^m50 de largeur sur une hauteur variant d'un bord à l'autre de 12^m50 à 15 mètres au moment des plus hautes eaux.

Cet ouvrage est remarquable à plusieurs points de vue : il a la plus longue des travées qui existent en Amérique, et le pont du Forth, en Angleterre, et le Lonsdown Bridge, aux Indes, sont les seuls, qui, dans le monde, possèdent une travée plus longue.

Le type qui a été adopté n'est pas absolument nouveau, mais c'est la première fois qu'il est appliqué pour des dimensions aussi grandes. Il en est de même des méthodes de montage, celles-ci sont

connues, mais elles ont subi des modifications intéressantes en raison des dimensions inusitées; en particulier, on a fait usage de machines de montage d'un modèle nouveau circulant sur les parties de tablier déjà montées; il n'y a pas eu d'ajustage, toutes les pièces ayant été apportées finies de l'atelier. Des falseworks n'ont été utilisés que pour les parties du tablier adjacentes aux rives; la travée principale a été montée entièrement en porte à faux, les différentes pièces étant amenées d'un magasin par les voies placées sur les parties déjà construites, ou bien, lorsque leurs dimensions étaient trop grandes, par bateau, comme cela a été réalisé pour la partie médiane.

Toutes ces particularités de la construction et du montage, y compris la description des parties accessoires : chevalements des falseworks, derricks et machines de montage, sont données en détail. Des diagrammes et schémas font voir également le type qui a été réalisé, et donnent les efforts auxquels sont soumises chacune des pièces du treillis des poutres de rives, ainsi que la répartition des charges, les déformations et les dimensions des pièces.

L'éclusage des bateaux à Prerau, sur le canal du Danube à l'Oder. — M. SMRCEK étudie, dans *L'Oesterreichische Wochenschrift*, du 9 avril, les procédés les plus avantageux pour faire franchir aux bateaux la dénivellation de 35^m90 qui existera sur le canal du Danube à l'Oder, à Prerau (1). Il rappelle les premiers projets présentés dès 1873 par l'Ingénieur Pontzen puis, en 1894, par la maison Hallier, de Paris; ce dernier prévoyait le halage mécanique des bateaux, placés sur un truck, le long d'un plan incliné.

Les Ingénieurs du gouvernement établirent de leur côté, en 1895, deux projets comportant : l'un des sas mobiles le long d'un plan incliné, l'autre des écluses nombreuses et à chute relativement forte. Le désir d'économiser l'eau a fait, plus récemment, mettre au concours le projet d'ascenseurs pour bateaux (2).

L'auteur étudie ces divers systèmes, particulièrement au point de vue de leur capacité de trafic, qui est très importante puisqu'elle limite strictement la circulation sur la voie navigable. Il termine en citant les opinions de plusieurs Ingénieurs et hydrographes autrichiens et en faisant ressortir l'intérêt que va présenter l'attribution des prix du concours (clos le mois dernier), le développement des canaux en Autriche étant dans bien des cas subordonné à l'emploi d'une installation pratique pour franchir des dénivellations importantes.

L'élargissement du viaduc sur le Birsig, à Bâle. — La *Schweizerische Bauzeitung*, du 23 avril, décrit les travaux d'élargissement du viaduc sur le Birsig, à Bâle, viaduc de sept arches en maçonnerie qui réunit le quartier de la gare centrale à celui de l'église Saint-Paul.

L'ouvrage, construit en 1858, de 85 mètres de longueur, n'avait que 7^m50 de largeur entre parements; il a aujourd'hui 16^m40 entre parements et 18 mètres entre parapets, laissant 3^m50 pour chacun des trottoirs et 11 mètres pour la chaussée qui supporte deux voies de tramways de 1 mètre.

L'élargissement a été symétrique par rapport à l'axe longitudinal; les parties nouvelles sont en maçonnerie de granit, avec parements en pierres de taille et bandeaux à bossages. Au centre de chaque tympan existe un oeil-de-bœuf circulaire. Le remplissage est en béton de ciment. Des élargissements importants ont été ménagés à l'intérieur. On a pris des précautions spéciales pour le drainage des trottoirs et de la chaussée, qui est pavée en granit.

Les travaux, terminés en septembre dernier, ont comporté l'exécution de 8 250 mètres cubes de maçonnerie et coûté 635 000 francs.

Le revêtement des tabliers des ponts de chemins de fer avec des tôles, embouties ou non. — Le *Zentralblatt der Bauverwaltung*, du 7 mai, cite plusieurs exemples de revêtements de tabliers métalliques empruntés aux chemins de fer allemands et compare leurs prix de revient ainsi que leurs avantages respectifs.

(1) Voir le *Genie Civil*, t. XLIV, n° 24, p. 384.

(2) Voir le *Genie Civil*, t. XLIII, n° 13, p. 208, et n° 16, p. 256.

Le Gérant : H. AVOIRON.

IMPRIMERIE CHAIX, RUE BELLEGADE, 20, PARIS.

LE GÉNIE CIVIL

REVUE GÉNÉRALE HEBDOMADAIRE DES INDUSTRIES FRANÇAISES ET ÉTRANGÈRES

Prix de l'abonnement par an. — Paris : 36 francs; — Départements : 38 francs; — Étranger et Colonies : 45 francs. — Le numéro : 1 franc.

Administration et Rédaction : 6, rue de la Chaussée-d'Antin, Paris.

SOMMAIRE. — **Physique industrielle** : Production et applications du froid artificiel. Entrepôts frigorifiques de Chambéry et de Verdun (*planche V*) (*suite*), p. 73; F. COTTAREL. — **Industries textiles** : Utilisation des déchets et sous-produits de l'industrie du délainage, p. 80; Paul RAZOUS. — **Matériaux de construction** : Étude des conditions de prise du plâtre. Prismètre Périn; p. 83; Louis PÉRIN. — **Variétés** : Chauffage combiné à l'eau et à la vapeur, p. 84; — Appareil pour contrôler la filtration des eaux, p. 84; —

Marteau à air comprimé, pour la fixation des bandages des roues de wagons, p. 85.

SOCIÉTÉS SAVANTES ET INDUSTRIELLES : Société des Ingénieurs civils (20 mai 1904), p. 86; — Académie des Sciences (24 mai 1904), p. 86. — **BIBLIOGRAPHIE** : Revue des principales publications techniques, p. 87; — Ouvrages récemment parus, p. 88.

Planche V : Entrepôt frigorifique de Verdun pour la conservation des viandes.

PHYSIQUE INDUSTRIELLE

PRODUCTION ET APPLICATIONS DU FROID ARTIFICIEL

Entrepôts frigorifiques de Chambéry et de Verdun.

(*Planche V. — Suite.*)

Utilisation des basses températures. — Il y a deux moyens d'utiliser le froid produit par l'évaporation du gaz liquéfié dans les serpents

diaire qui restituera ensuite le froid qu'il emmagasine, — c'est la méthode indirecte.

MÉTHODE DIRECTE. — L'expansion du gaz liquéfié se produit dans un faisceau tubulaire disposé soit au plafond (fig. 2), soit sur les parois latérales (fig. 3) des locaux à refroidir, soit au sein du liquide à congeler ou simplement à refroidir. C'est ce qu'on appelle *faire de la détente directe*.

On conçoit facilement les avantages de ce mode de procéder dans lequel on fait agir directement le froid produit sur les substances à

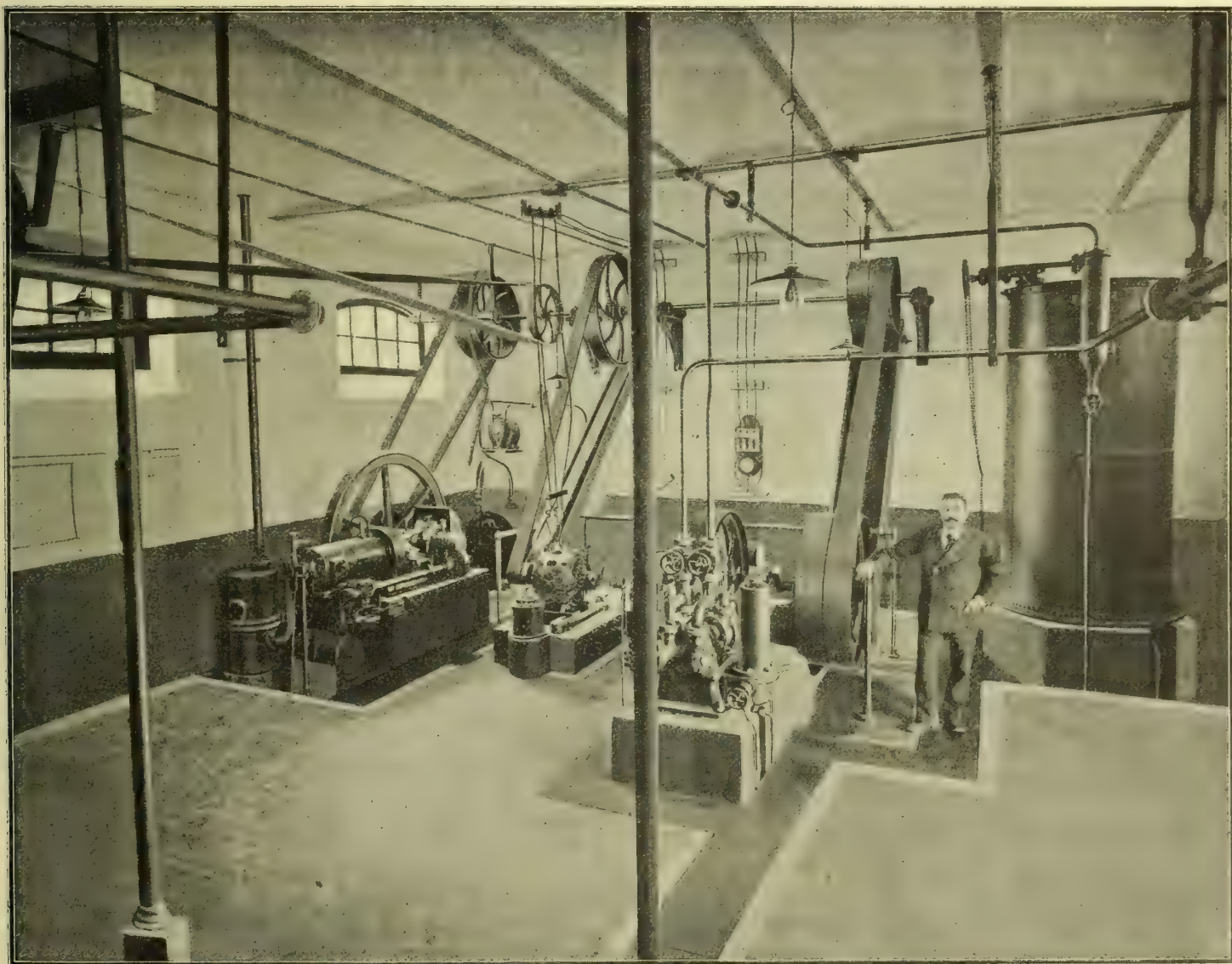


FIG. 1. — ENTREPÔT FRIGORIFIQUE DES ABATTOIRS DE CHAMBÉRY : Vue de la salle des machines.

du réfrigérant : on peut immerger celui-ci dans le fluide à refroidir, — c'est la méthode directe, — ou l'immerger dans un liquide intermé-

refroidir, sans autre intermédiaire que le métal du serpent. (Dans les machines à air, cet intermédiaire est même supprimé, puisqu'on envoie l'air détendu lui-même dans les chambres froides.) Aussi cette méthode s'est-elle très développée aux États-Unis et en Angleterre, et

(4) Voir le *Génie Civil*, t. XLV, n° 3, p. 37, et n° 4, p. 37.

commence-t-elle à avoir des applications assez nombreuses en France et en Allemagne pour le refroidissement des entrepôts frigorifiques et des caves de brasseries. On lui reproche, toutefois, un certain nombre d'inconvénients.

En premier lieu, quelques auteurs prétendent que l'échange de chaleur est moins parfait, lorsqu'à l'intérieur du serpentín circule le gaz détendu au lieu de la solution incongelable, et que cela nécessite l'augmentation de la surface d'échange, c'est-à-dire la longueur des serpentins, d'où résulte un accroissement des résistances à la circulation du fluide. Nous croyons cette critique peu fondée.

On reproche aussi à la détente directe la difficulté qu'elle oppose à une exacte répartition du froid; il est, en effet, très difficile de doser avec précision des quantités de liquide proportionnelles aux surfaces

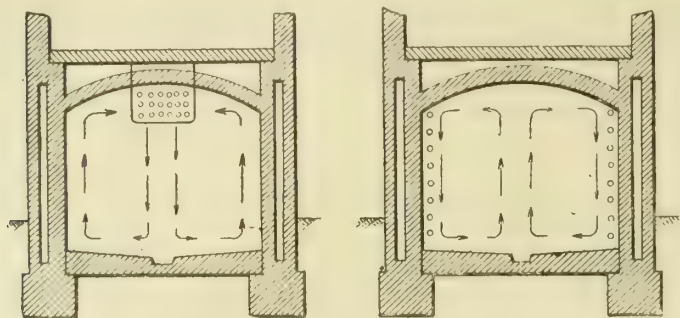


FIG. 2 et 3. — Différentes dispositions du faisceau tubulaire.

de chacun des serpentins. De plus, la moindre variation du travail de la machine amène une variation de la température des chambres froides, ce qui doit être évité dans la conservation des denrées alimentaires.

Enfin, la plus petite fuite de la tuyauterie de l'évaporateur peut avarier tout le stock de produits en dépôt dans la chambre envahie par

les serpentins dans un local séparé et au moyen d'un ventilateur, ou même par simple différence de densité, l'air des chambres est aspiré et contraint de circuler autour des serpentins avant de retourner aux chambres, et ainsi de suite. Le givre se forme encore sur les tuyaux, mais ceux-ci étant facilement accessibles et réunis dans un espace restreint, son enlèvement s'opère sans difficulté. On dispose, d'ailleurs, toujours au moins deux batteries de serpentins et, pendant que l'une est en travail, l'autre est dégivrée, soit par simple réchauffage à l'air; soit mieux, par sa mise en communication avec le refoulement du compresseur.

On a donné le nom de *frigorifères* à ces appareils d'échange de chaleur.

Les figures 4, 5 et 6 représentent un nouveau modèle de frigorifère Fixary ⁽¹⁾, composé essentiellement de trois serpentins S S' S'' disposés dans les trois compartiments C C' C'' d'une cuve dont les parois doivent être bien isolées. S et S' sont les serpentins-sécheurs d'air et fonctionnent alternativement; S'' est le serpentín finisseur qui achève le refroidissement de l'air.

Dans la disposition des figures, c'est le serpentín S' qui est en activité avec S''. L'ammoniaque liquide arrive par le tuyau Al aux détendeurs ou robinets de jauge J' et J'' (J est fermé), s'évapore et se détend dans les serpentins S' et S'', puis retourne au compresseur par le tuyau Ad.

L'air chaud des locaux à refroidir est aspiré, puis refoulé par le ventilateur V dans le frigorifère; il traverse d'abord le compartiment C dont le serpentín S est inactif, puis le compartiment C' dans lequel il se sèche en déposant son humidité sur les tuyaux de S', ensuite le compartiment C'' où il achève de se refroidir, et retourne aux chambres froides complètement sec.

Lorsque la couche de givre qui recouvre S' a atteint une certaine épaisseur, on ferme J', on ouvre J, on renverse la vanne N₁ et l'air chaud aspiré et refoulé, passant d'abord sur S', produit la fusion du givre.

Quoique la plus grande partie de l'humidité de l'air se dépose sur S ou S', il arrive qu'à la longue une mince couche de givre se forme sur

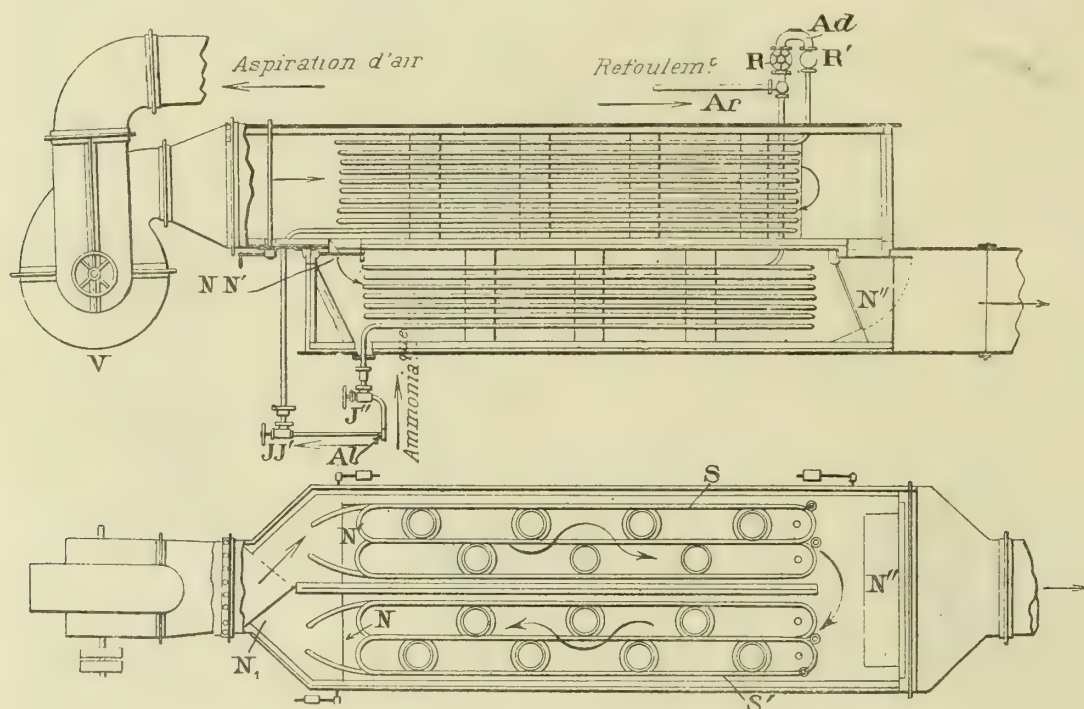


FIG. 4, 5 et 6.
Coupes longitudinale, transversale
et horizontale
du frigorifère Fixary.

le gaz, s'il est à odeur nuisible (acide sulfureux, ammoniaque). L'acide carbonique est exempt de ce reproche; il a, par contre, l'inconvénient de circuler dans l'évaporateur sous une pression de 8 à 10 atmosphères; par suite, si la longueur de la tuyauterie a quelque importance, les chances de fuites sont plus grandes et, comme celles-ci sont difficiles à découvrir en raison précisément du manque d'odeur de ce gaz, le rendement de la machine baisse très rapidement.

Les partisans de la détente directe disent encore qu'elle permet d'abaisser très rapidement la température d'un local, ce qui est utile lorsque la marche a subi un arrêt plus ou moins prolongé. Il est vrai que par le réglage du robinet de jauge on peut augmenter le froid produit par l'évaporation et obtenir rapidement une température voulue, mais c'est là un avantage *apparent*, car dès que la machine cessera de fonctionner, l'élévation de température sera aussi rapide que l'a été l'abaissement.

Au lieu de disposer l'évaporateur dans l'intérieur même des locaux à refroidir, ce qui a l'inconvénient d'amener le givrage des tuyaux par la condensation et la congélation de l'humidité de l'air, et entraîne l'obligation de dégivrer, travail difficile et coûteux, on dispose souvent

S' et réduit la transmission du froid. Dans ce cas, on en provoque la fusion en mettant le serpentín S'' en communication avec le refoulement du compresseur au moyen du tuyau Ar et des robinets-vannes R R'; pendant ce dégivrage la vanne N'' est abaissée et les vannes N N' fermées; l'air passe alors directement de C ou C' dans les locaux à refroidir.

MÉTHODE INDIRECTE. — Le réfrigérant transmet le froid produit par l'évaporation du gaz liquéfié à un liquide que l'on fait ensuite circuler dans le milieu à refroidir. Ce liquide intermédiaire peut être de l'eau douce, si la température ne doit jamais descendre à 0 degré, ou de l'eau salée au moyen de chlorure de sodium (sel de cuisine), de chlorure de calcium, ou de chlorure de magnésium; ce dernier sel est peu employé.

Le tableau suivant donne quelques renseignements utiles pour la préparation et l'emploi du liquide incongelable :

(1) Un autre modèle de frigorifère Fixary a été précédemment décrit dans le *Génie Civil* (t. XVII, n° 15, p. 232).

POUR LA CONSERVATION DES VIANDES

Fig.3. Coupe suivant AB

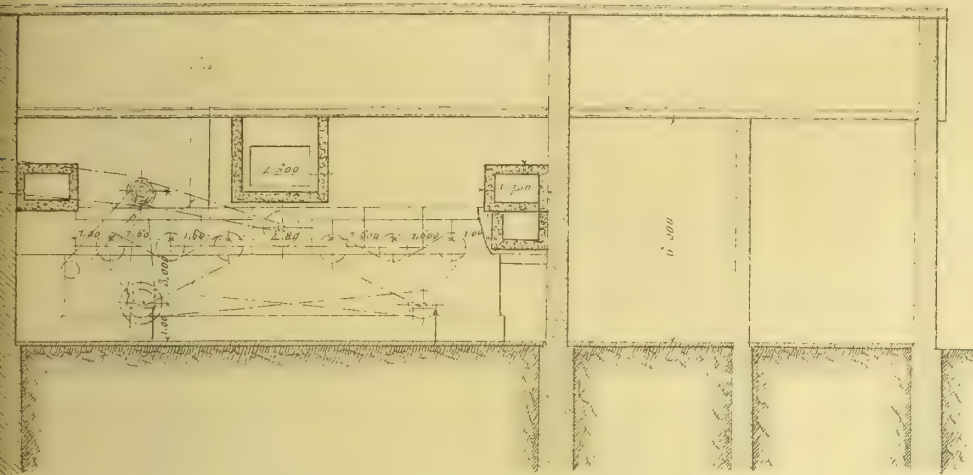


Fig.4. Coupe suivant CD

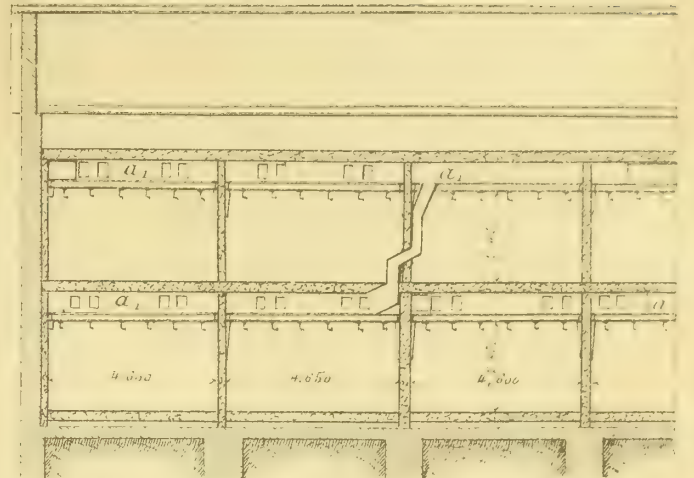


Fig.5. Coupe suivant EF

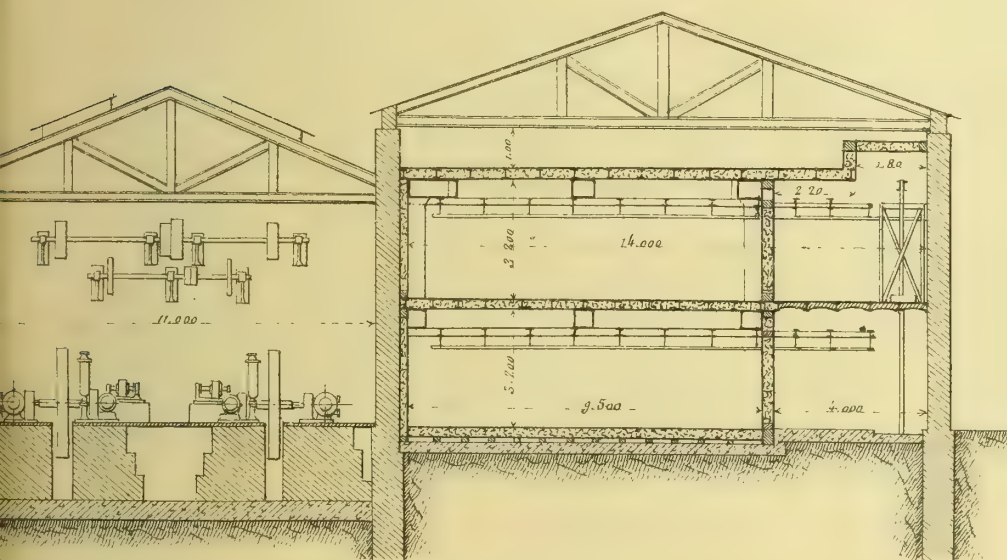


Fig.6. Coupe suivant GH

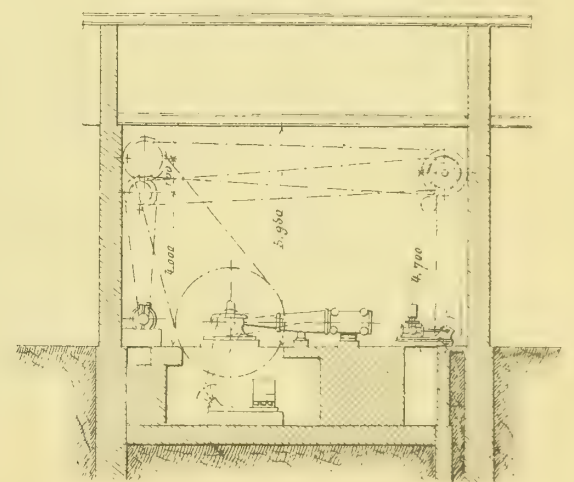


Fig.7. Coupe suivant IJ

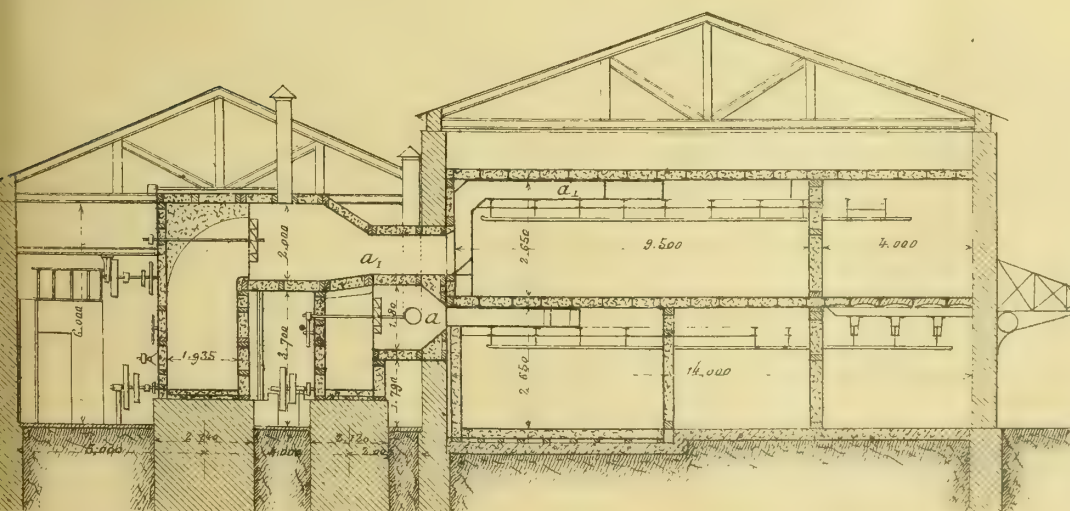
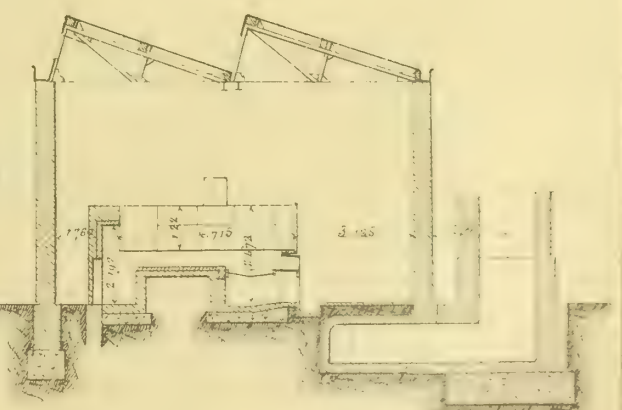


Fig.8. Coupe suivant KL



POIDS DE SEL par litre d'eau	DEGRÉ BAUMÉ	POIDS SPÉCIFIQUE		CHALEUR SPÉCIFIQUE		POINT DE CONGÉLATION	
		Na Cl	Ca Cl ²	Na Cl	Ca Cl ²	Na Cl	Ca Cl ²
		grammes	grammes	degrés	degrés	degrés	degrés
0,05	5,5	1,034	1,041	0,945	0,966	— 3,8	— 2,5
0,10	11,0	1,071	1,085	0,916	0,878	— 7,4	— 5,6
0,15	17,0	1,109	1,131	0,874	0,817	— 11,0	— 9,6
0,20	22,0	1,148	1,179	0,832	0,734	— 14,4	— 14,8
0,25	27,0	1,190	1,234	0,790	0,700	— 17,7	— 22,1

Le refroidissement du liquide incongelable se produit dans un bac, circulaire ou rectangulaire, dans lequel sont disposés les serpentins de l'évaporateur. Il est important d'agiter la solution saline au moyen de palettes ou d'hélices.

Lorsque l'installation a pour but la production de la glace artificielle, on utilise le froid emmagasiné par le liquide incongelable en plongeant des moules ou mouleaux contenant l'eau à congeler dans le bac. Lorsqu'on se propose le refroidissement de locaux, la solution saline est contrainte de circuler dans des serpentins de grande lon-

TEMPÉRATURE de L'AIR	POIDS DE VAPEUR par mètre cube d'air saturé	TEMPÉRATURE de L'AIR	POIDS DE VAPEUR par mètre cube d'air saturé	TEMPÉRATURE de L'AIR	POIDS DE VAPEUR par mètre cube d'air saturé
degrés	grammes	degrés	grammes	degrés	grammes
— 20	1,13	— 4	3,70	— 4	6,36
— 15	1,66	— 3	3,96	— 5	6,79
— 10	2,40	— 2	4,25	— 6	7,25
— 9	2,59	— 1	4,52	— 7	7,73
— 8	2,78	0	4,87	+ 8	8,24
— 7	2,99	+ 1	5,21	+ 9	8,73
— 6	3,21	+ 2	5,57	+ 10	9,36
— 5	3,45	+ 3	5,95		

Prenons les 1 000 mètres cubes d'air de tout à l'heure : à + 3 degrés, un mètre cube d'air saturé contient 5^{es} 95 de vapeur d'eau ; à — 3 degrés, il en contient encore 3^{es} 96. Supposons que l'on veuille réduire de 30 % cette humidité ; le mètre cube d'air ne devra plus contenir, à — 3 degrés, que :

$$3,96 \times 0,70 = 2^{\text{es}} 77 \text{ de vapeur d'eau.}$$

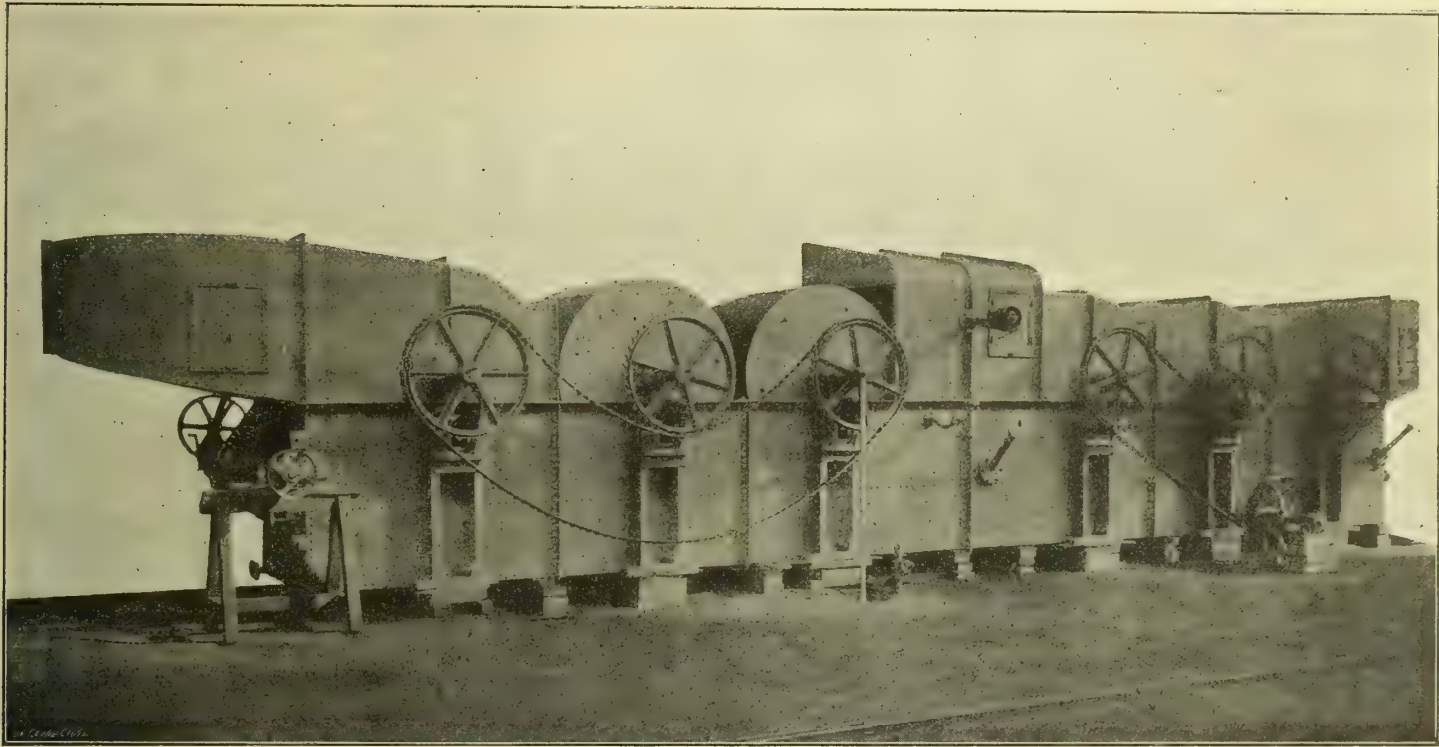


Fig. 7. — Frigorifère à ruissellement, système Linde.

gueur, disposés au plafond ou sur les parois des pièces, sous l'action d'une pompe dont tous les organes sont en bronze.

Le principal inconvénient de ce dispositif étant encore le givrage des tuyaux par condensation de l'humidité de l'air, on a imaginé des appareils, nommés *frigorifères à ruissellement*, dans lesquels l'air des chambres vient se refroidir, se purifier et se sécher (fig. 7 et 8). Nous décrirons ces appareils plus loin.

Une condition indispensable pour la conservation des aliments, et particulièrement des viandes, est la sécheresse de l'air ambiant, car l'humidité est une des causes du développement rapide des micro-organismes de la putréfaction. La machine frigorifique devra donc fournir le froid nécessaire, non seulement à l'abaissement de la température de l'air, mais encore à la condensation de la vapeur d'eau qu'il contient, et cette partie du travail ne sera pas la moins importante.

En effet, la chaleur spécifique de l'air étant 0,2377 calorie à pression constante, ou 0,310 calorie par mètre cube ($0,2377 \times 1^{\text{kg}} 293 = 0,31$), pour refroidir par heure 1 000 mètres cubes d'air de + 3 degrés à — 3 degrés, il faut :

$$1\,000 \times 6 \times 0,31 = 1\,860 \text{ frigories.}$$

Or, si l'on admet que dans les limites où l'on opère habituellement, dans les installations frigorifiques, la condensation d'un gramme de vapeur d'eau produit 0,610 calorie, il sera facile, connaissant le poids de vapeur contenu dans l'air avant et après son refroidissement, et le degré d'humidité relative que l'on veut obtenir, de calculer le nombre de frigories nécessaires.

Le nombre de frigories qu'il faudra fournir pour le dessèchement seul sera donc de :

$$1\,000 \times 0,610 \times (5,95 - 2,77) = 1\,940 \text{ frigories.}$$

On voit, par cet exemple, que le froid absorbé par la condensation d'une partie de l'humidité de l'air est considérable, et qu'il convient de ne pas négliger ce facteur dans l'établissement des calculs et du cahier des charges d'une installation.

Frigorifères à ruissellement. — Ces appareils sont ceux que l'on emploie le plus fréquemment pour le refroidissement de l'air. Les différents systèmes peuvent se ramener à deux : ceux qui sont composés des serpentins fixes de l'évaporateur, et que l'on arrose constamment d'une pluie de liquide incongelable, à travers laquelle l'air du local à refroidir est contraint de passer, et ceux qui se composent de disques rotatifs plongeant dans le bain incongelable ; l'air, insufflé par le ventilateur, vient lécher leur surface humectée de liquide froid et, à ce contact, il se refroidit, se sèche et se purifie.

Les plus connus de ces appareils sont les *frigorifères à disques de Linde* (fig. 7 et 8). Ils se composent d'un bac rempli de liquide incongelable maintenu à basse température par l'évaporation de l'ammoniaque liquide dans les serpentins disposés au fond du bac. Les disques métalliques, en très grand nombre, suivant la puissance de l'appareil, sont disposés par groupes de soixante à quatre-vingts sur des arbres horizontaux animés d'un mouvement de rotation très lent, 5 à 8 tours par minute ; leur diamètre varie de 1^m 20 à 1^m 50, et ils plongent de

0^m 40 à 0^m 50 dans le liquide incongelable. Chaque groupe étant recouvert d'une enveloppe métallique qui en épouse la forme, l'air est contraint de circuler en couche mince entre chaque disque, de sorte qu'au contact des faces métalliques humectées de liquide très froid, il se sèche et se refroidit.

Ces appareils, qui paraissent encombrants et compliqués par suite du mouvement à transmettre aux arbres porte-disques, ont néanmoins donné de bons résultats.

On voit que l'on n'a pas à se préoccuper du dégivrage des serpentins des frigorifères à ruissellement, puisqu'ils sont constamment arrosés par un liquide dont le point de congélation est à une température beaucoup plus basse que celle à laquelle on travaille. Toutefois, il est très important de surveiller ces serpentins. En effet, la vapeur d'eau contenue dans l'air se condense au passage dans le frigorifère; elle affaiblit rapidement la concentration de la solution saline, et le point de congélation de celle-ci s'élève peu à peu, de telle sorte qu'à un moment donné, cette solution se congèle par minces couches autour des tuyaux, et vient diminuer considérablement la transmission du froid.

Le refroidissement des locaux peut évidemment se faire par l'emploi simultané des deux procédés que nous venons de décrire : par frigorifère et par circulation de liquide incongelable. On adopte de préférence les deux procédés lorsqu'on veut éviter le travail de nuit, toujours onéreux; la présence de liquide incongelable dans de longues batteries de tuyaux ou de surfaces radiantes constitue un *volant* de

belles et claires journées d'hiver pendant lesquelles les produits les plus susceptibles de se corrompre se conservent longtemps sans aucune altération.

Le froid, en effet, a pour résultat de paralyser l'activité des agents de la décomposition; il ne tue pas les microbes, il les anesthésie; c'est ce que l'inventeur de la méthode actuelle de conservation par le froid a appelé le *sommeil de la vie organique* (1). Dans cet état, les infiniment petits sont inertes : leur multiplication est arrêtée et la matière organique qui subit leur contact ne subit plus leur action; la décomposition ou la fermentation ne se produit plus; la conservation de la substance au delà du terme habituel est assurée dans des conditions bien préférables à celles que l'on obtient par la *stérilisation* complète.

Si celle-ci tue les microbes, elle tue aveuglément et fait disparaître au même titre les bons et les mauvais, si l'on peut ainsi dire, ceux qui sont nuisibles comme ceux dont l'action est nécessaire pour que l'aliment absorbé conserve toute sa valeur et toutes ses propriétés. En outre, la stérilisation des liquides par l'ébullition a pour effet, souvent, d'en modifier la composition, de transformer des sels, des corps gras, etc., en d'autres corps souvent nuisibles.

L'emploi rationnel du froid nous paraît donc destiné, dans beaucoup de cas, à remplacer les stérilisations diverses réalisées par la chaleur ou par des corps oxydants les plus inoffensifs, tels que l'ozone ou l'eau oxygénée.

L'utilité des entrepôts frigorifiques pour la conservation, à l'état

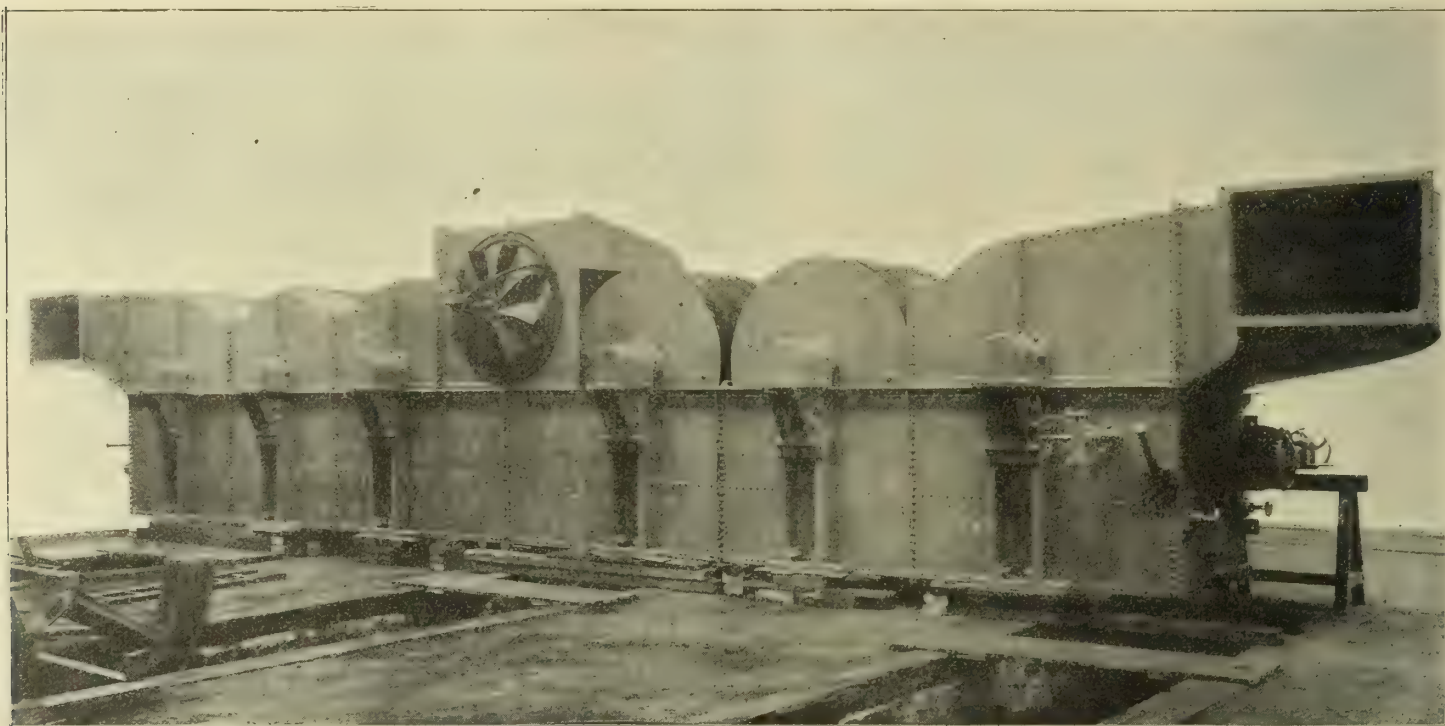


FIG. 8. — Frigorifère à ruissellement, système Linde.

froid, qui permet un arrêt de la machine pendant six, huit ou dix heures, suivant la température de l'air extérieur.

Les industries qui utilisent le froid artificiel sont très nombreuses, comme on peut en juger par l'énumération des industries les plus connues :

Fabrication de la glace; — Conservation des denrées alimentaires putrescibles; — Fabrication de la bière; — Transport des denrées à grandes distances; — Pêcheries; — Industrie laitière et fromagère; — Chocolaterie; — Sérériculture; — Horticulture; — Traitement des vins; — Industries chimiques (sulfate de soude, extraits pharmaceutiques, acides purs, chloroforme); — Parfumerie; — Essais des matériaux; — Conservation des cadavres pour études anatomiques ou recherches médico-légales; — Pistes de patinage; — Conservation des fourrures; — Fonçage de puits en terrains aquifères; — Caoutchouc; — Stéarinerie; — Fabrication des huiles, graisses, margarines; — Teinturerie; — Stéarinerie; — Matières colorantes; — Travail du corozo; — Ventilation et rafraîchissement des salles de réunion, etc.

Le cadre de cette étude ne nous permettrait pas de décrire les modes d'application du froid artificiel à toutes ces industries. Nous nous bornerons à la description de quelques installations, affectées à la conservation des denrées alimentaires, à la production de la glace, à la fabrication de la bière, et au transport des viandes et du poisson.

Entrepôts frigorifiques. — Une des applications les plus intéressantes du froid artificiel est certainement la conservation des *denrées alimentaires putrescibles*. Grâce à lui, nous pouvons prolonger jusqu'au cœur de l'été le plus chaud, l'action bienfaisante de l'air froid et sec des

frais, des viandes de boucherie n'est plus à prouver après les nombreuses applications qui en ont été faites dans toute l'Europe — la France exceptée — et en Amérique.

En Angleterre, en Allemagne, en Suisse, en Italie, en Belgique, en Danemark, en Roumanie, un grand nombre de villes, même de faible importance, ont des entrepôts frigorifiques adjoints à leurs abattoirs. (En Prusse, il y a plus de quarante villes de moins de 10 000 habitants qui ont installé des chambres froides dans leurs abattoirs; plus de trois cents villes allemandes sont pourvues d'entrepôts frigorifiques.)

En France, le régime spécial de la boucherie a fait échouer toutes les tentatives faites pour entrer dans cette voie de progrès; la puissante corporation des *chevillards* ou marchands-bouchers en gros, qui en fait détient un véritable monopole à Paris, s'est toujours opposée jusqu'ici à l'établissement d'un entrepôt frigorifique. Aussi notre capitale, où la première expérience de conservation de la viande dans l'air froid sec fut faite par Tellier en 1873, est peut-être actuellement la seule grande ville du monde entier qui n'ait pas de frigorifique

(1) Cette invention est due à M. Charles TELLIER dont les beaux travaux remontent à 1860. Nous ne dirons pas ici les luttes qu'il eut à soutenir pendant vingt ans pour convaincre non pas même la foule qui, hélas! en France, n'est pas convaincue encore, mais le monde savant. Nous saisissons seulement cette occasion pour rendre hommage au travailleur modeste qui, après avoir découvert le merveilleux procédé qui a enrichi des multitudes d'industriels et d'actionnaires, apporté la prospérité à des pays entiers et fait faire à l'hygiène alimentaire un progrès considérable, achève mélancoliquement cette longue existence de labeur — M. Tellier a près de quatre-vingts ans — sans en avoir recueilli les fruits légitimes. Le *Génie Civil* a, d'ailleurs, parlé de différentes reprises des inventions de M. Tellier. (Voir le *Génie Civil*, t. I, n°s 16, 17 et 18, p. 383, 414 et 437.)

dans ses abattoirs, ou plutôt si, elle en a un; il a été construit en 1895 par le Ministère de la Guerre pour le ravitaillement du camp retranché en cas d'investissement, mais il n'est pas permis de s'en servir en temps de paix! Et, il est à noter que si le producteur de bétail, si le consommateur de la viande souffrent de cet état de choses, le vendeur lui-même, le petit boucher de quartier, en souffre plus encore, car il est la victime directe de l'agiotage, de la spéculation incessante qui règne sur notre marché de La Villette.

Les chambres de conservation présentent cependant des avantages incontestables. C'est ainsi que M. Schmidt, de Mulheim, dont l'autorité est universellement reconnue en la matière, écrit :

Nous sommes si convaincu de la haute valeur des magasins réfrigérants au point de vue de la santé publique, que nous considérons l'intervention du froid comme le plus grand service rendu à la Société, dans le domaine de l'hygiène alimentaire.

De même, le docteur Schwarz, dans son ouvrage sur les abattoirs publié à Berlin et traduit en anglais, s'exprime ainsi :

De toutes les annexes de l'abattoir, l'entrepôt réfrigérant est, sans conteste, la plus importante. Ses avantages sont si évidents que tous les bouchers, sans exception, reconnaissent la nécessité de cet établissement, alors même qu'il s'agit de villes de petite importance. Les services rendus ont été si considérables que les adversaires les plus déterminés de ce procédé sont, aujourd'hui, les meilleurs clients de ces établissements.

Dans un certificat datant de 1886, les bouchers de Genève constatent : « que les viandes qui ont passé quelque temps à l'entrepôt frigorifique se conservent parfaitement dans leurs étaux pendant quatre ou cinq jours ».

Enfin dans le certificat qui nous a été délivré, à notre collègue

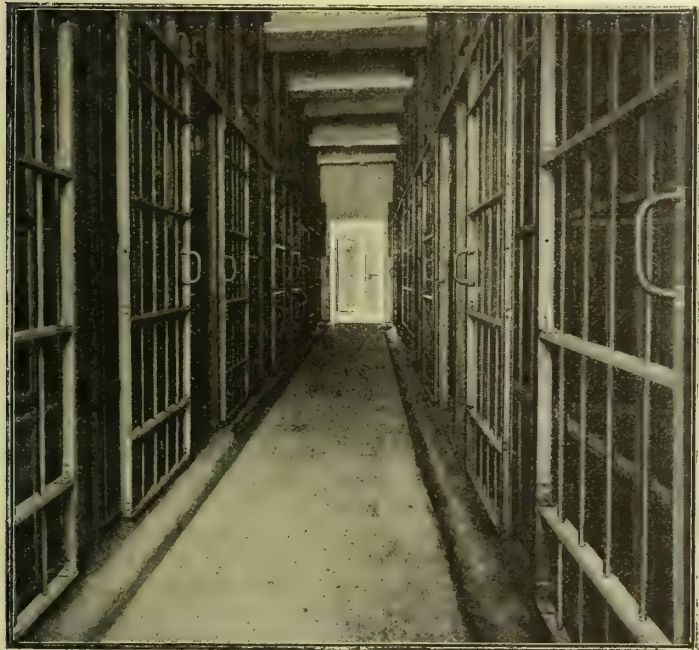


FIG. 9. — Vue des chambres du frigorifique de Chambéry.

M. A. Papin et à nous-même, pour l'installation que nous avons faite aux abattoirs de Chambéry, et dont nous donnons plus loin la description, nous nous permettrons de citer le passage suivant :

La viande qui est déposée dans cet établissement, non seulement s'y comporte très bien, mais gagne en qualité. On peut la conserver un mois entier sans la moindre altération et sans qu'elle soit exposée à se corrompre dans l'intervalle courant de sa sortie à sa consommation.

Nous pourrions citer encore à ce sujet les opinions de nombreux spécialistes; mais on ne conteste plus guère aujourd'hui les avantages des magasins frigorifiques que nous résumons ci-dessous en quelques lignes :

- 1° Régularisation des cours d'achat du bétail, suppression de la spéculation au grand profit du producteur, du détaillant et du consommateur;
- 2° Diminution des frais de nourriture et de garde du bétail acheté aux foires et qui ne peut être abattu actuellement qu'au fur et à mesure des besoins;
- 3° Amélioration de la qualité de la viande, particulièrement en été; sans frigorifique, il est nécessaire de consommer sans délai les viandes abattues pendant les chaleurs : elles sont alors dures, coriaces, pas assez rassises;
- 4° Facilité plus grande pour l'inspection des viandes par le vétérinaire qui a le loisir de les examiner à plusieurs reprises;
- 5° Suppression des déchets, de la viande verte, que le boucher est contraint de perdre en été ou d'offrir à bas prix aux consommateurs peu fortunés.

La conservation des denrées alimentaires est obtenue par simple réfrigération ou par congélation.

La réfrigération consiste à placer le produit à conserver dans une atmosphère dont la température est maintenue entre 0 et + 4 degrés et dont le degré d'humidité est réglé suivant la nature du produit; elle s'emploie presque exclusivement maintenant pour la conservation à court terme.

La congélation est employée lorsqu'on veut conserver les produits en magasin pendant un temps relativement long, de trois à douze mois, ou lorsqu'il s'agit de les transporter à grande distance. La congélation des viandes de boucherie s'opère entre — 1 et — 4 degrés, mais leur conductibilité étant très faible, il est nécessaire de pouvoir réaliser dans la chambre une température de — 20 degrés, de manière à atteindre rapidement le cœur du quartier congelé.

La dépense de froid dans les usines qui opèrent la congélation de la viande est considérable, et si elle est ensuite relativement faible pour maintenir la congélation, elle est encore près de trente fois plus grande que celle nécessitée par la simple réfrigération. Aussi n'emploie-t-on la congélation que dans les pays grands producteurs de bétail, où la viande, ne pouvant être consommée sur place, doit être conservée durant plusieurs mois et expédiée ensuite à grande distance. Elle est usitée surtout en Amérique, en Australie et en Russie, pays qui alimentent l'Angleterre dont la consommation en viande

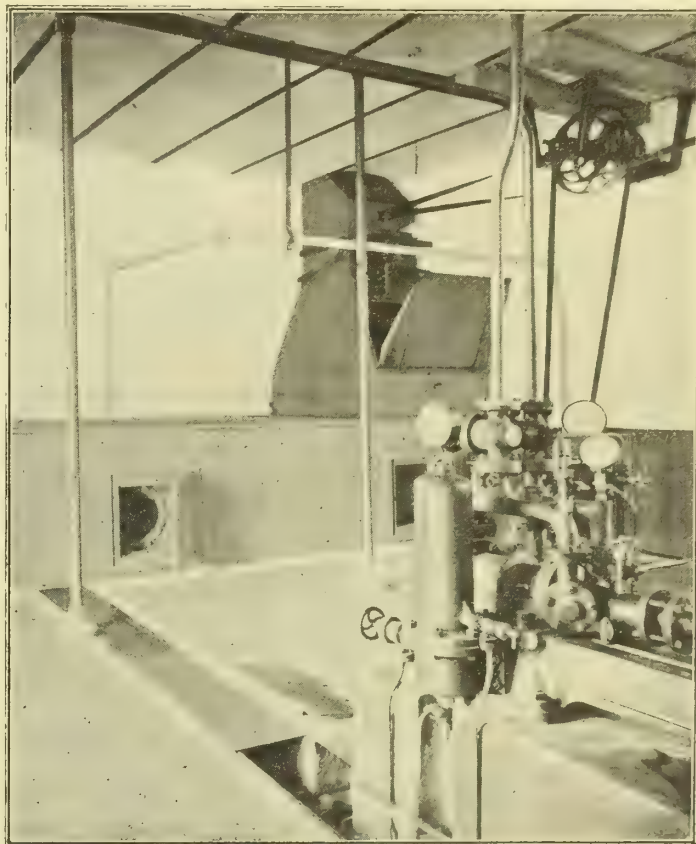


FIG. 10. — Vue du compresseur.

congelée dépasse annuellement trois cent millions de kilogr. Son emmagasinage peut se faire au taux de 400 kilogr. par mètre cube, tandis que la viande simplement réfrigérée exige au moins un mètre cube par quintal.

La congélation a pour corollaire une opération très délicate, la décongélation, qu'il faut opérer avant que la viande ne soit mise en vente. Il est nécessaire de prendre les plus grandes précautions pour que l'humidité de l'air ne se condense pas sur la viande pendant qu'elle se réchauffe, car la corruption serait alors très rapide.

En France, l'industrie des viandes congelées ne s'est pas développée pour un certain nombre de raisons qu'il serait trop long d'exposer. Cependant on ne peut nier qu'elle aurait rendu de grands services dans certaines années, en particulier, où la viande atteignait des prix exagérés; elle ferait également l'office de régulateur de cours mais, à cet égard, nous estimons que les entrepôts pratiquant simplement la réfrigération réaliseront le même objectif sans faire courir à l'élevage national le danger de la concurrence des viandes importées.

Toutefois, l'armée pourrait trouver grand avantage à favoriser la création d'entrepôts frigorifiques municipaux aménagés pour congeler les viandes à un moment donné : d'abord, la facilité de la surveillance dans ces entrepôts ferait probablement disparaître à jamais cette variété odieuse de viande qu'on nomme la viande à soldat; ensuite, les armées en manœuvres ou en campagne ne seraient plus contraintes de traîner à leur suite ces immenses troupeaux de bétail sur pied qui sont une gêne considérable et qui au bout de peu de temps ne four-

nissent plus qu'une viande médiocre, les animaux devenant rapidement fourbus et étiques; quatre wagons transporteraient autant de rations de viande congelée que quarante wagons transportent de rations de viande fraîche avec le système actuel.

Mais nous sommes convaincu que la seule solution de ce problème réside dans l'encouragement effectif, sous forme de subventions, que le Ministère de la Guerre devrait donner aux municipalités, pour qu'elles annexent à leurs abattoirs des entrepôts frigorifiques. Ceux-ci, fonctionnant sans intermittence en temps de paix, pour les besoins de la population civile et de la garnison, seraient en état de fonctionner dès la première heure où l'armée entrerait en campagne; le personnel continuerait son service sans hésitation; les machines, en bon état et bien entretenues, continueraient à produire le froid le lendemain comme elles le produisaient la veille, et les bâtiments, bien entretenus aussi, conserveraient ce froid si précieux, ce qui n'aurait peut-être pas lieu avec des entrepôts restés longtemps sans fonctionner.

C'est une folie que de construire, à grand renfort de millions, des entrepôts frigorifiques exclusivement affectés au temps de guerre, sans en faire profiter les populations en temps de paix. Chacun sait que les machines s'avaient presque aussi rapidement par l'immobilité absolue que par le travail normal et continu pour lequel elles ont été construites. Certes, une machine s'use en travaillant, mais elle pourra être remplacée, à un moment donné, par une machine plus perfectionnée, plus économique, dont le progrès des arts mécaniques permettra plus tard de disposer, et on n'aura alors aucun regret ni aucune répugnance à faire ce remplacement, car le travail utile, le rendement de cette machine usée, aura permis d'en amortir la valeur.

Une salle de machines dans laquelle rien ne bouge, rien ne tourne, est un non-sens paradoxal; les entrepôts frigorifiques militaires, figés dans l'immobilité absolue, comme gelés eux-mêmes, en sont un exemple frappant. Il est désirable que des essais sérieux viennent bientôt démontrer les multiples inconvénients de ce système, et fassent enfin adopter franchement le seul système logique et vraiment utile, celui des subventions aux municipalités (1). Souhaitons enfin qu'une fois entré dans cette voie, le Ministère de la Guerre dote largement ces points d'appui du ravitaillement des armées en campagne, que seront les frigorifiques municipaux.

Calcul de la quantité de froid nécessaire à la réfrigération des viandes (2).

— Cette quantité se compose :

1° Du froid nécessaire pour abaisser, en un temps restreint, la température des viandes à la température des chambres froides. On admet que 100 kilogr. de viande, à + 28 degrés, exigent 100 frigories pour arriver, en vingt-quatre heures, à la température ambiante de + 4 degrés;

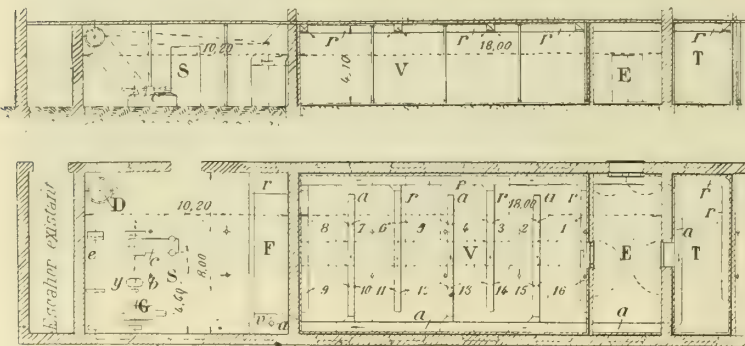


FIG. 11 et 12. — Coupe longitudinale et plan du frigorifique de Chambéry.

2° Du froid à fournir pour compenser les pertes par conductibilité et rayonnement.

A cet égard, rappelons qu'il est absolument indispensable que la siccité complète soit obtenue dans les fondations, le sol et les parois des chambres, sous peine d'une grande déperdition de froid. Dans un avant-projet, on peut admettre que la déperdition totale par le sol, le plafond et les parois, est de 23 à 30 frigories par mètre carré de surface occupée par la chambre et par heure, suivant la température du sol et de l'air extérieur, et en tenant compte des imperfections de l'isolation;

3° Du froid correspondant à l'échauffement dû à la ventilation du local. Il est, en effet, indispensable de renouveler l'air de six à douze fois par jour, afin d'éviter les mauvaises odeurs qui se produisent lorsqu'on fait circuler constamment le même air. Une bonne ventilation absorbera environ 18 à 20 frigories par heure et par mètre carré de chambre (on suppose que la hauteur des chambres est de 3^m 50);

4° Du froid perdu par l'ouverture des portes. Ce facteur doit être réduit à son minimum par une réglementation sévère des heures

d'accès de l'entrepôt aux bouchers. On l'évalue généralement de 5 à 8 % du froid total;

5° Du froid annihilant la chaleur dégagée par l'éclairage des chambres et le séjour des ouvriers qui sont appelés à y travailler. A cet égard il faut compter :

Pour un ouvrier	130 calories par heure.
— un bec brûlant 120 litres de gaz	900 — —
— une lampe à incandescence	40 — —
— une bougie stéarique	110 — —

d'où il ressort que l'éclairage électrique est le plus avantageux.

En résumé, une chambre de 500 mètres carrés, dans laquelle on peut réfrigérer à + 4 degrés 50 000 kilogr. de viande par vingt-quatre heures, exigera :

1° Refroidissement de la viande	50 000 frigories.
2° Perte par les parois : $500\text{m}^2 \times 25$ frigories =	12 500 —
3° — ventilation : $500\text{m}^2 \times 18$ — =	9 000 —
4° — les portes	4 000 —
5° — l'éclairage : 20 lampes $\times 40$ =	800
et le service : 20 ouvriers-heures $\times 130$ =	2 600
TOTAL	78 900 —

soit 80 000 frigories en nombre rond.

Supposons que l'air aspiré par le ventilateur soit à + 4 degrés et saturé de vapeur d'eau (6^{er} 36 par mètre cube) et qu'il sorte du frigo-

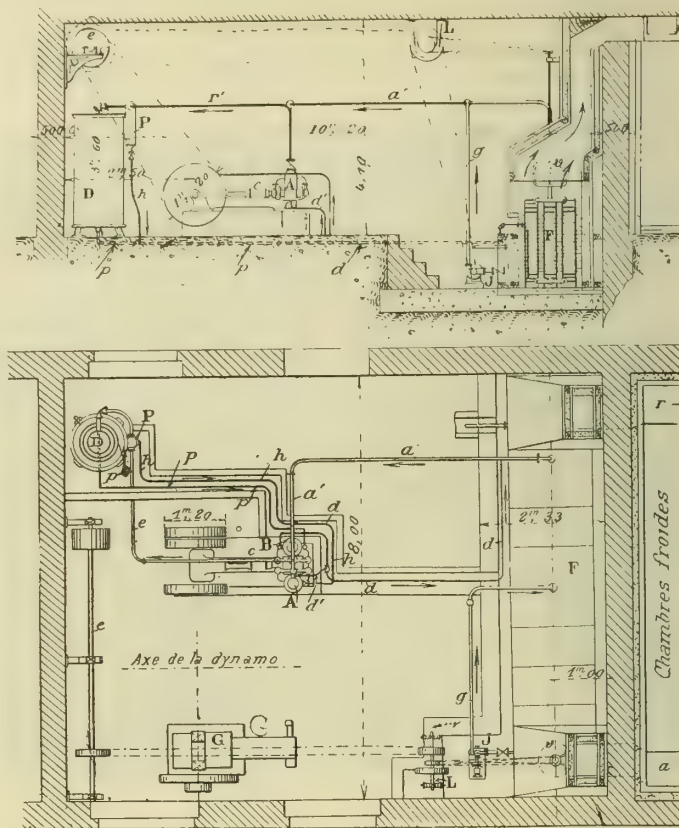


FIG. 13 et 14. — Coupe et plan de la salle des machines de l'entrepôt frigorifique de Chambéry.

rière à - 4 degrés avec 7 % d'humidité ($3,7 \times 0,7 = 2^{\text{er}} 59$). Le refroidissement de + 4 à - 4 exige :

$$8 \times 0,30 = 2,48 \text{ frigories,}$$

et le dessèchement :

$$(6,36 - 2,59) 0,61 = 2,30,$$

soit, au total, 4,78.

Par suite, si le frigorigère abandonne 80 000 frigories à l'air, le volume qui le traversera, par heure, sera de :

$$\frac{80\,000}{4,78} = 16\,740 \text{ mètres cubes;}$$

or, la capacité des chambres étant de $500\text{m}^2 \times 3,50 = 1\,750$ mètres cubes, on voit que l'air sera renouvelé près de dix fois par heure.

Entrepôt frigorifique municipal de Chambéry. — Cette installation a été faite en 1900-1901, grâce à l'appui de M. J. Challier, alors maire de Chambéry. La vieille capitale savoyarde a été la première ville française qui ait pourvu son abattoir de cet organe essentiel, l'entrepôt frigorifique. Depuis, son exemple a été suivi par Dijon, où M. A. Gallut, Directeur des Travaux de la Ville, a réussi une remarquable adaptation de vieux bâtiments.

(1) Il est juste de dire, à ce propos, que la municipalité de Dijon a été encouragée à créer son frigorifique, par une subvention, mais combien faible ! 10 000 francs, du Ministère de la Guerre.

(2) D'après A. LORENZ. Machines frigorifiques.

... A Chambéry, le local aménagé en chambres froides était en partie occupé par des écuries livrées gratuitement par la municipalité aux bouchers.

Ces écuries furent transférées dans une autre partie du bâtiment et l'on mit à notre disposition deux salles, l'une de 10^m 20 sur 8 mètres, qui devint la salle des machines, l'autre de 18 mètres sur 8 mètres, où furent établies les chambres froides pour la viande de boucherie. Une autre salle, plus petite, fut prélevée sur le local voisin pour servir à l'usage des tripiers.

La hauteur de plafond de ces différentes salles était assez peu favorable à une installation de ce genre, car elle atteignait 4^m 20; par les isolants du sol et du plafond nous l'avons réduite à 3^m 92.

Les figures 9 à 16 indiquent les dispositions adoptées. Dans la salle des machines S (fig. 14) se trouvent le compresseur *c*, système Fixary, à ammoniaque, refoulant le gaz comprimé par le tuyau *r'* dans le condenseur D, traversé par une circulation d'eau froide provenant du réservoir général de l'abattoir. L'eau chaude sortant du condenseur est envoyée dans les halles d'abatage où elle est utilisée. L'ammoniaque liquide s'écoule par le tuyau *p* jusqu'au récipient B d'où elle se rend ensuite par la conduite *d* au frigorigère F.

Celui-ci est du type des frigorigères à ruissellement. Le serpentín R (fig. 15), dans lequel s'effectue l'évaporation de l'ammoniaque, plonge, sur la hauteur de quelques spires, dans le bain de liquide incongelable; celui-ci est pris par une pompe J (fig. 14), élevé dans un tuyau perforé *g*, d'où il retombe en pluie sur le faisceau tubulaire de manière à empêcher la formation du givre. L'air des chambres est aspiré par le ventilateur *v* et les gaines d'aspiration *a*, refoulé à travers le faisceau évaporatoire R

En plan (fig. 4, pl. V), le bâtiment se divise en deux grandes travées ayant chacune 34^m 400 de longueur, et l'une 14 mètres de largeur, l'autre 11 mètres. Une annexe X renferme les chaudières.

La grande travée D comporte, au rez-de-chaussée, trois chambres de congélation placées au centre du bâtiment, dans d'excellentes conditions d'isolation par conséquent; chaque chambre mesure 4^m 60 × 5^m 40 et, dans les trois, on peut congeler 5 000 kilogr. de viande par jour à — 20 degrés, en laissant séjourner chaque chargement soixante-douze heures.

De chaque côté des chambres de congélation se trouvent placées, au rez-de-chaussée, deux chambres de conservation de 9^m 50 × 4^m 65; au premier et unique étage, mais sur toute la longueur de la travée se trouvent sept autres chambres de conservation de mêmes dimensions, de sorte qu'au total la surface consacrée à la conservation est de 11 × 9,50 × 4,65 = 485 mètres carrés, dans lesquels on peut emmagasiner environ 350 000 kilogr. de viande.

Des halles d'abatage, les viandes sont amenées, au moyen de transporteurs, dans une salle de réception et de distribution. De cette salle elles sont dirigées soit sur les chambres de congélation, si on veut les conserver pendant de longs mois, soit sur les chambres de conservation si on compte les livrer à la consommation dans un délai restreint, six semaines au maximum; les viandes congelées sont également emmagasinées dans les chambres de conservation où l'on maintiendra une température de — 4 degrés. Tout ce transport de quartiers de viande, généralement très lourds, s'opère au moyen de crochets montés sur une poulie parcourant les fers *t* fixés au plafond, et de deux monte-charges électriques M.

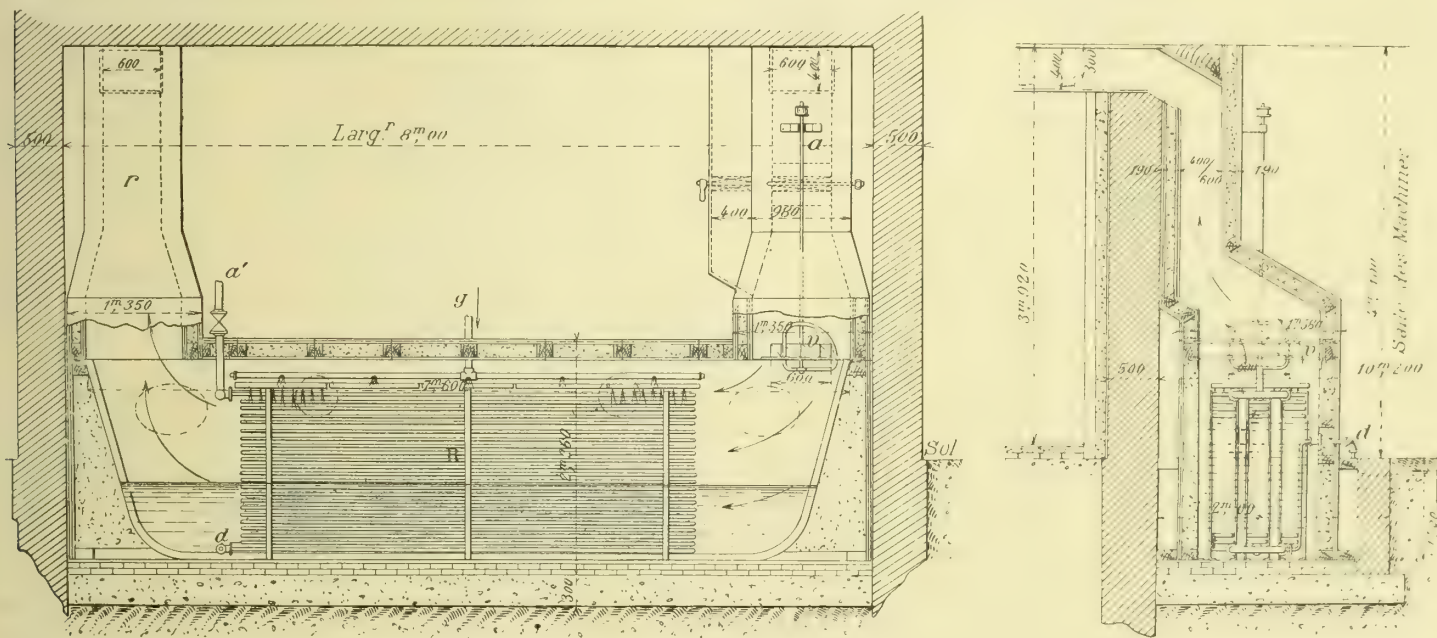


FIG. 15 et 16. — Coupes longitudinale et transversale du frigorigère de l'entrepôt de Chambéry.

et le rideau de liquide incongelable au contact desquels il se refroidit, se sèche et se purifie, puis, par les gaines *r*, il retourne aux chambres. L'ammoniaque évaporée revient au compresseur par la conduite *a'* et le cycle recommence. La conduite *d'* permet de pulvériser, dans le cylindre, une petite quantité d'ammoniaque liquide pour empêcher l'échauffement excessif des parois. Le tuyau *h* ramène à la pompe à huile A l'huile recueillie dans l'égoutteur-séparateur P avant l'entrée du gaz ammoniaque au condenseur.

La force motrice est fournie par une dynamo *y*, qui reçoit le courant du réseau électrique qui dessert la ville, au moyen d'une transmission principale *e*; une transmission secondaire L actionne la pompe J et le ventilateur *v*.

Un moteur à gaz Otto, de 10 chevaux environ, est installé en G pour suppléer la dynamo dans le cas d'interruption du courant. La salle V, destinée à l'entreposage des viandes de boucherie est divisée au moyen d'un barreaudage en fer, en seize cellules louées environ 400 francs par an. Une antichambre E, formant écluse, permet de ne jamais laisser communiquer directement l'atmosphère de la chambre V avec l'extérieur. Enfin, la triperie T est complètement isolée du local affecté aux viandes.

Cette installation a coûté à la Ville 41 400 francs et les recettes équilibrent les dépenses.

Les travaux ont été dirigés par M. A. Papin, Ingénieur-conseil à Chambéry, qui apporta en outre, en cours d'exécution, plus d'une modification heureuse à notre projet.

Entrepôt frigorifique militaire de Verdun. — Cette construction (fig. 1 à 8, pl. V) a été faite, en 1897, par les Anciens Établissements Cail, sous la direction des officiers du Génie désignés à cet effet.

Les deux compresseurs sont du système Linde, capables de produire chacun 80 000 frigories par heure; ils sont mus par deux machines à vapeur de 350 × 700, tournant à 70 tours, à condensation. Il y a trois générateurs de 40 mètres carrés de surface de chauffe, timbrés à 6 kilogrammes.

L'air froid est produit par deux frigorigères rotatifs, à disques, disposés dans la salle B: l'un est destiné à fournir le froid aux chambres de congélation; l'autre aux chambres de conservation. Chacun d'eux aspire par son ventilateur et les gaines *a* ou *a*₁ l'air des locaux à refroidir et refoule l'air froid, séché et purifié dans l'appareil rotatif par les gaines *r*, *r*₁.

L'éclairage est assuré au moyen de deux dynamos de 50 ampères × 110 volts, actionnées par la transmission générale et fournissant le courant à 118 lampes à incandescence de 16 bougies.

L'installation est complétée par un atelier de réparation et un magasin constituant le bâtiment C, symétrique de la salle des machines A (fig. 4, pl. V).

Cet établissement, d'une utilité incontestable, a donné de bons résultats lors des essais de réception. Il faut espérer que, malgré son inaction, il en donnerait encore de passables si on devait un jour l'utiliser, mais nous sommes persuadé qu'il en donnerait d'excellents si on s'en servait régulièrement.

Entrepôt frigorifique des nouveaux abattoirs de Berlin. — Pour donner une idée de l'importance que l'on attache, à l'étranger, aux magasins frigorifiques annexés aux halles d'abatage et du rôle considérable dévolu à ces magasins dans le commerce de la boucherie, nous donnerons quelques indications sommaires sur l'entrepôt qui vient d'être construit à Berlin en même temps que les nouveaux abattoirs.

Disons d'abord que l'on abat, par semaine, de 6 000 à 7 000 bœufs et de 20 000 à 25 000 porcs en un ou deux jours au maximum; lorsque l'abatage est achevé, la viande est envoyée aux chambres de congélation. Indépendamment de celles-ci et des entrepôts frigorifiques, chaque boucher de la ville possède, dans l'abattoir même, un local distinct, dans lequel il enferme la viande dont il s'est rendu acquéreur, pour le restant de la semaine.

Les entrepôts sont constitués par un immense bâtiment de 152 mètres de longueur sur 25 mètres de largeur, comprenant un sous-sol, un rez-de-chaussée, un étage et des combles aménagés. La surface totale des chambres froides est de plus de 6 000 mètres carrés.

Le froid est produit par quatre compresseurs Borsig, à acide sulfureux, accouplés deux par deux de chaque côté de l'arbre-manivelle de deux machines à vapeur horizontales de la force de 200 chevaux indiqués chacune. La capacité frigorifique des quatre compresseurs peut atteindre 200 tonnes de viande congelée par jour, à la température de -3 degrés. La salle des machines a 24 mètres $\times$ 16 mètres et renferme encore deux dynamos pour l'éclairage et les monte-charges, actionnées par deux machines à vapeur verticales développant 100 chevaux à 270 tours.

Toute la vapeur d'échappement des différentes machines est réunie dans un collecteur et envoyée dans un aéro-condenseur, installé dans les combles du bâtiment; ce condenseur comporte une longueur de 110 mètres de tuyaux en cuivre de 0^m 045 de diamètre intérieur et peut condenser 6 000 kilogr. de vapeur en toute saison.

Les condenseurs à acide sulfureux sont au nombre de trois, du type cylindrique vertical avec serpentins hélicoïdaux d'une longueur de 120 mètres et de 0^m 040 de diamètre intérieur, ce qui représente une surface condensante de 160 mètres carrés environ.

F. COTTAREL,

Ingenieur des Arts et Manufactures.

(A suivre.)

INDUSTRIES TEXTILES

UTILISATION DES DÉCHETS ET SOUS-PRODUITS de l'industrie du délainage.

Le délainage des peaux de mouton a pour but, comme nous l'avons déjà dit dans un précédent article (1), de séparer la laine du cuir, de rendre la laine propre à être employée au cardage ou au peignage, et de livrer les cuirs ou cuirots à la mégisserie.

Dans les différentes opérations que subissent les peaux, il se produit quelques déchets et sous-produits que les industriels des centres d'exploitation se sont ingénies à utiliser. Voici, par exemple, ce qu'on en fait à Mazamet, le centre classique du délainage français. Ces déchets peuvent être classés en :

1^o Déchets provenant du sabrage : morceaux de peaux recouverts de laine, détachés par la machine, ou *couennes*; chardons garnis de laine, ou *sabrages*; morceaux de cornes, ou *cornailles*;

2^o Matières en dissolution ou tenues en suspension dans les différentes eaux de lavage : eaux des bassins de trempage; eaux de sabrage; eaux des bacs des lavages à fond;

3^o Cuirs inutilisables en mégisserie et morceaux de cuirs, classés en *colles* et *couennes*.

DÉCHETS DU SABRAGE. — Le sabrage, pratiqué à l'aide de machines appelées sabreuses, a pour but de rendre parallèles les brins de laine et de débarrasser la toison de la terre, des suints solubles, de la paille, des chardons, des cornes, etc. Ces résidus tombent au-dessous du tablier des sabreuses en même temps que les morceaux de peaux recouverts de laine, détachés des peaux, et la laine entraînée par les chardons. Pour les séparer, dans la plupart des usines, on a adopté la disposition suivante (fig. 1). Les morceaux de corne restent en A, on les retire avec un râteau; ceux qui sont entraînés restent avec les couennes d'où on les retire par triage à la main. L'eau qui coule sous le tablier entraîne les autres résidus : elle passe entre les barreaux d'une grille B qui retiennent les couennes, et tombe sur une toile métallique C qui la filtre et retient les sabrages; ces sabrages sont enlevés de temps en temps à l'aide de fourches ou de râtaux et égouttés. L'eau boueuse, renfermant les matières terreuses en suspension et le suint en dissolution, est dirigée dans un bassin de décantation D. Les parties cornées sont enlevées des peaux au pays d'origine : il en reste donc très peu. Les cornailles sont riches en azote : torréfiées et broyées, elles seraient de très bons engrais; mais elles sont en si petite quantité que, à tort, on ne les utilise généralement pas. Pourtant, après les avoir grossièrement broyées, on les mêle parfois aux composts. Quelques délainiers les vendent aux fabricants de boutons.

Les couennes vertes sont de nouveau sabrées à l'aide d'une sabreuse

de petite dimension, placées sur la sole des étuves et traitées comme les autres peaux, pour en retirer la laine et conserver les morceaux de cuir en couennes proprement dites.

Épauillage. — Les sabrages sont soumis à l'épauillage chimique qui a pour but de séparer la laine des chardons qu'elle contient : leur rendement en laine varie de 10 à 40 %. Les sabrages provenant des laines d'Australie sont généralement d'un faible rendement, tandis que ceux des laines de la Plata donnent des rendements élevés.

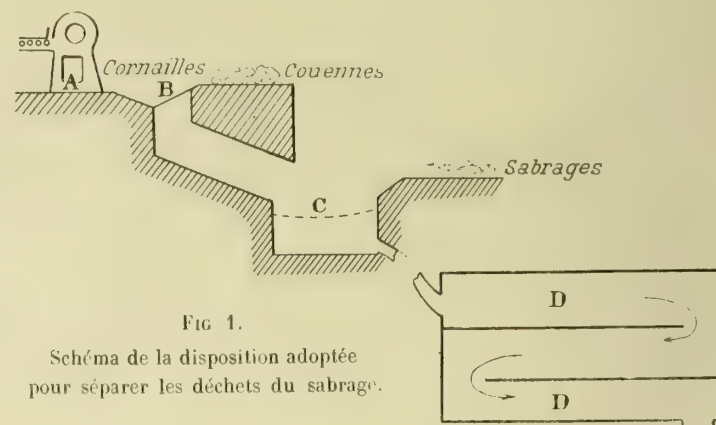
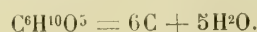


FIG. 1.

Schéma de la disposition adoptée pour séparer les déchets du sabrage.

L'épauillage se pratique, le plus souvent, dans des établissements spéciaux. Les sabrages y arrivent, soit après avoir été simplement égouttés, soit après avoir été lavés et rincés à l'eau claire, encore humides ou bien déjà séchés.

Le principe de cette opération repose sur la propriété qu'a l'acide sulfurique, vers 70 degrés, de rendre pulvérulentes les matières végétales, sans attaquer sensiblement la laine. L'acide sulfurique, avide d'eau, décompose la cellulose, lui enlève l'eau et laisse le carbone :



Dans cette industrie, on peut distinguer les opérations suivantes : 1^o rinçage des sabrages bruts; 2^o dégraissage et rinçage; 3^o acidulage et essorage; 4^o utilisation des résidus.

Rinçage des sabrages bruts. — Les sabrages sont d'abord lavés à l'eau claire qui enlève la terre et le suint soluble. Cette opération se pratique dans des laveuses à hérisson. Ce sont (fig. 2) des bassins rectangulaires en maçonnerie, divisés, dans le sens de la longueur, en deux compartiments communiquant à chacune des deux extrémités par un large orifice. Dans l'un de ces compartiments arrive l'eau pure par une extrémité A, et l'eau sale se déverse tout le long de l'autre compartiment par un trop-plein muni d'une grille à son ouverture. Dans ce second compartiment se trouve un arbre portant des palettes et des fourches; son mouvement rapide de rotation communique un

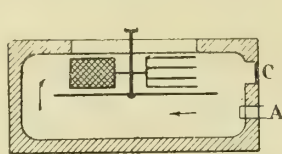


FIG. 2. — Coupe horizontale d'une laveuse.

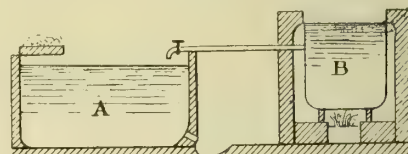


FIG. 3. — Coupe verticale d'un bassin de dégraissage.

courant circulaire à l'eau et agit les sabrages. En C est une vanne de vidange. Ces laveuses débitent de 20 à 25 litres par seconde et permettent de rincer de 20 à 25 kilogr. en huit à dix minutes, soit 3 000 kilogr. en vingt-quatre heures. Retirés des laveuses, les sabrages sont abandonnés en tas : les fermentations qui se produisent facilitent la dissolution des graisses. Ils passent ensuite aux bassins de dégraissage.

Dégraissage et rinçage. — Cette opération a pour but d'enlever les graisses qui empêcheraient l'action de l'acide. Elle se pratique dans des bassins rectangulaires (fig. 3) de 1 500 à 2 000 litres de capacité, renfermant une dissolution de soude et de savon, portée à la température de 55 à 60 degrés, qui contient de 20 à 30 % de soude et 1 % de savon. Les sabrages y sont jetés par mises de 20 kilogr. et y restent de cinq à dix minutes. Comme chaque mise enlève une certaine quantité d'eau, on fait arriver, après chaque opération, de l'eau chaude propre, pour maintenir la température à 55 degrés, et on ajoute environ 15 % de soude pour conserver au bain le même degré alcalimétrique.

Les sabrages enlevés sont égouttés sur des claies et rincés dans une laveuse circulaire à pression (fig. 4), analogue à celle des délainages. Les sabrages très graisseux, à leur sortie du premier bassin, sont passés

(1) Voir le Génie Civil, t. XLII, n° 25, p. 401.

entre deux cylindres compresseurs et plongés dans un deuxième bassin contenant une dissolution un peu plus étendue que la première.

Acidulage et essorage. — Après rinçage, les sabrages sont soumis à l'action d'un bain d'acide sulfurique marquant de 4 à 7 degrés Baumé. Ces bains sont préparés dans des bacs circulaires en bois (fig. 5), doublés de plomb et cerclés de feuillards; leur capacité varie de 1 400 à 2 000 litres, et l'on peut y faire tremper 200 kilogr. de laine à la fois:

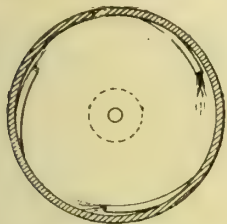


FIG. 4. — Plan d'une laveuse à pression.

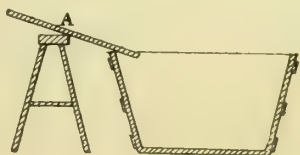


FIG. 5. — Coupe d'un bac pour acidulage.

la durée du trempage est d'environ une heure. A la sortie du bain, les laines sont égouttées sur un plan incliné et essorées dans une essoreuse dont le panier est en plomb ou en caoutchouc. A la sortie des essoreuses, les sabrages renferment encore 50 % de liquide acide. La partie du liquide acide écoulee à l'essorage peut encore servir pour l'acidulage. Le sol de cette partie de l'usine est en pierres siliceuses ou mieux en carreaux de verre. La laine est montée dans les étages supérieurs de l'usine à l'aide d'une chaîne à godets.

Séchage et carbonisation. — Ces deux opérations ont pour but de concentrer l'acide qui attaque la matière végétale et la rend friable. Les appareils employés (fig. 6) se composent de deux chambres disposées l'une au-dessous de l'autre, pouvant communiquer par des trappes et dans chacune desquelles, à quelques décimètres du plancher, se trouve un deuxième plancher en toile métallique ou en tôle perforée sur lequel on étale la laine en couches de 30 à 40 centimètres. L'air chaud arrive par plusieurs bouches dans la partie du séchoir inférieure située au-dessous de la toile métallique, se répand dans ce séchoir et de là passe dans le supérieur: la laine suit la marche inverse. Un aspirateur à palettes ou à hélices, d'environ 1 mètre de diamètre et qui fait au moins 600 tours par minute, aspire l'air chaud à la partie supérieure. C'est dans le calorifère supérieur, ou séchoir, dont la température est en moyenne de 40 degrés, que les sabrages commencent à sécher. Ils passent ensuite dans le calorifère inférieur (carbonisateur) où la température s'élève jusqu'à 80 degrés. Avec deux calorifères, de 30 mètres carrés chacun, on peut carboniser environ 1 500 kilogr. de sabrages en douze heures.

Broyage et battage. — Ces opérations ont pour but de broyer les chardons rendus friables et de les séparer de la laine. On emploie la batteuse Bailly, dite aussi batteuse belge, qui se compose (fig. 7 à 9) d'un

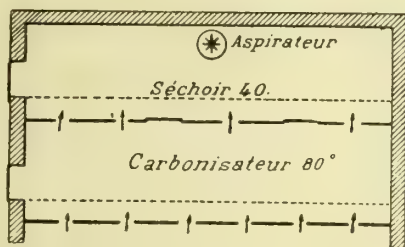


FIG. 6. — Coupe verticale d'un appareil de séchage.

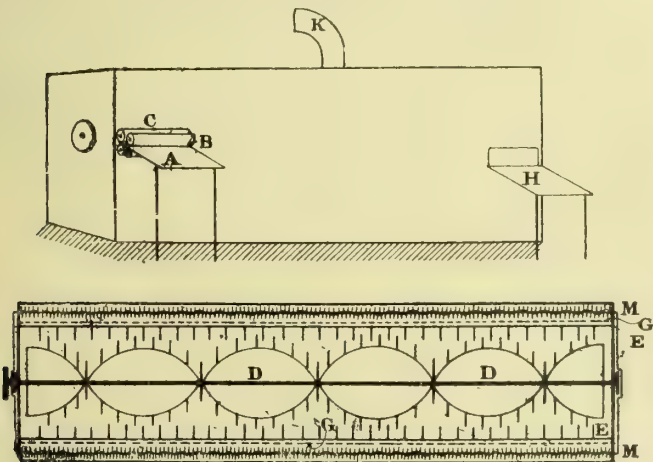


FIG. 7 et 8. — Vue en perspective et coupe horizontale d'une batteuse belge.

plateau A, de deux cylindres d'entraînement B et de quatre paires de rouleaux cannelés C en acier dur, appelés concasseurs. Ces concasseurs tournent à des vitesses différentes et progressives (35, 40, 45 et 48 tours

à la minute); ils laissent tomber laine et chardons sur l'un des côtés de la batteuse.

La batteuse est une caisse de 4 mètres de longueur, 1 mètre de largeur et 1 m 80 de hauteur, dans laquelle se meut un tambour D, formé d'un axe portant des ailes en tôle disposées en hélice et munies sur leur bord libre d'une pièce de fer garnie de dents: ce tambour passe entre deux peignes mobiles E garnis aussi de dents et diamétralement opposés. Le tambour et les peignes sont entourés d'un cylindre en fils métalliques espacés de 4 à 5 millimètres. Du côté opposé à l'entrée, la laine est projetée sur une plate-forme H disposée en avant. De la partie supérieure de la batteuse, part une conduite K pourvue à son entrée d'un aspirateur L qui la met en communication avec une

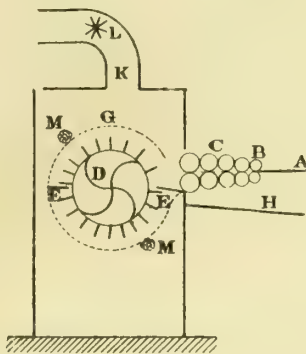


FIG. 9. — Coupe transversale d'une batteuse belge.

grande chambre. Deux frotteurs à brosse M mus mécaniquement nettoient l'enveloppe métallique.

La laine, placée sur le plateau du concasseur, est bientôt prise par les cylindres d'entraînement qui la livrent aux cylindres broyeurs; ceux-ci broient les chardons, se disputent en même temps la laine et en soumettent les brins à un tiraillement qui leur redonne de la souplesse. Le mélange de laine et de matières broyées tombe dans le battoir qui l'emporte, bat la laine, la soumet à l'action de ses dents et à celle d'un fort courant d'air. Les poussières lourdes tombent au fond; les plus légères sont aspirées par le ventilateur qui les rejette dans la chambre. Ces dernières constituent les déchets de battoir n° 1; celles qui sont déposées forment le déchet de battoir n° 2. La laine est rejetée à l'extrémité opposée sur le plateau de sortie.

La machine peut traiter 6 000 kilogr. de sabrages en vingt-quatre heures. Son fonctionnement nécessite une force de 15 chevaux et la surveillance de deux hommes. Le plus souvent, il est nécessaire de passer deux fois les sabrages dans cette machine pour enlever complètement les chardons.

Déchets du battage. — Le déchet de battoir n° 1 est formé de poussières de chardon, de matières finement carbonisées et de bourre de laine; il renferme environ 8 % d'azote et constitue un bon engrais. On le vend aux syndicats agricoles, particulièrement à ceux de l'Hérault. Le prix moyen est de 9 francs les 100 kilogr.; il est d'ailleurs variable avec les années et dépend aussi de la teneur du déchet en azote.

Le déchet n° 2 contient encore des débris de laine, des poussières de chardon, des chardons peu broyés. Il est battu dans une petite batteuse intermittente (fig. 10) composée d'une caisse dans laquelle tourne,

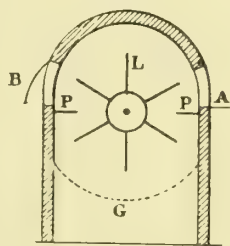


FIG. 10. — Coupe transversale d'un battoir de Mazamet.

entre deux peignes P, un axe portant des palettes L munies de dents, et placé au-dessus d'une grille G formée de barres de fer de 1 à 2 millimètres et espacées de 2 à 3 millimètres. Les poussières et les débris de chardon tombent au-dessus de la grille et la laine reste au-dessus, d'où on la retire de temps en temps par une ouverture B placée du côté opposé à l'entrée A. Cette laine très courte, frisée, porte le nom de repassette et est employée dans la fabrication des feutres et des chaussures fourrées; elle se vend en moyenne 0 fr. 50 le kilogr. Les dépôts enlevés de dessous le crible métallique contiennent de 2 à 4 % d'azote et sont vendus comme engrais. Les syndicats agricoles les prennent au prix moyen de 3 à 5 francs les 100 kilogr. Toutefois cette poussière renferme parfois des graines qui n'ont pas perdu leur faculté germinative; il est bon d'en séparer les chardons. A cet effet, le mélange est parfois soumis à l'action d'un blutoir ou d'un tarare analogue au tarare à blé, qui sépare les poussières des chardons: ceux-ci sont utilisés comme combustibles. 3 000 kilogr. de sabrages donnent 800 kilogr. de poussière.

Une seule usine traite, par jour, 4 000 kilogr. de sabrages donnant, en moyenne, 1 000 kilogr. de laine.

Eaux de lavage. — Aucune de ces eaux n'est utilisée à Mazamet. Sans doute il en est quelques-unes qui sont pauvres en suint et matières grasses; mais il en est d'autres dont on pourrait utiliser les substances tenues en dissolution, qui se perdent dans la rivière.

Eaux des bassins de trempage. — Les eaux les moins riches sont celles des bassins de trempage et de retrempeage. Ces bassins, d'une capacité de 12 à 30 mètres cubes, reçoivent directement l'eau de la rivière par un canal d'amenée. Dans cette eau sont jetées les peaux en laine sèches

qui reprennent leur souplesse et perdent un peu de suint soluble ; mais la quantité de matière dissoute est trop faible pour être recueillie ; aussi ces eaux sont elles rendues à la rivière par un canal de déversement.

Eaux des sabrages. — L'eau des sabrages arrive dans des bassins de décantation. Ces bassins sont de forme allongée, profonds d'environ 60 centimètres et divisés, à l'aide de cloisons en chicanes. Les matières terreuses tenues en suspension se déposent ; on les retire et on les emploie comme engrais. Elles contiennent environ 1,5 % d'azote, des traces de potasse et un peu de matières grasses qui ne peuvent gêner l'assimilation de l'azote par les plantes ; il y a aussi quelques graines qui n'ont pas encore perdu leur propriété germinative. C'est un engrais de peu de valeur, aussi n'est-il employé que dans la fabrication des composts sous le nom de fumier de trou.

Les eaux rendues à la rivière emportent la plus grande partie du suint contenu dans les laines.

Eaux des bacs de dégraissage. — L'eau des bacs de dégraissage est plus riche en graisses suintives. Les lavés à dos sont en effet plongés dans des bacs en bois ou en tôle, d'une capacité de 1 200 litres, contenant des bains d'échaudage qui se composent d'une dissolution de soude et de savon ; la quantité de soude et de savon varie avec la quantité de graisse que la laine contient. Généralement, ces bains, portés à 60 degrés centigrades par barbotage de vapeur, sont formés en ajoutant 16 kilogr. de soude et 800 grammes de savon. On trempe la laine par paquets de 20 à 30 kilogr. que l'on agite avec une fourche pendant dix à quinze minutes ; on la sort et on la fait égoutter dans des cabas en osier. Elle est ensuite lavée dans des laveuses circulaires à chute, jusqu'à ce que l'eau soit complètement propre.

Chaque mise de laine enlève une certaine quantité de dissolution, 100 litres environ, qu'on remplace par 100 litres d'eau pure additionnée de 4 kilogr. de soude et de 200 grammes de savon. Quand la dissolution est trop terreuse, on vide complètement les bacs et on prépare un nouveau bain. Dans quelques usines, au sortir des bacs, la laine passe au compresseur qui rejette l'eau dans les bacs ; il y a ainsi perte d'une plus faible quantité d'eau et économie de substance dégraissante. Cette eau des bacs contient toutes les graisses suintives des lavés à dos. Il serait bon de les recueillir. C'est un produit d'une certaine valeur.

Tout le suint et les matières suintives sont donc perdus. Pourtant des deux analyses ci-dessous, il résulte que ces matières sont dans les laines en quantité assez notable :

1° Analyse de M. Chevreul. — Composition chimique de 100 grammes de laine en suint :

1° Matières enlevées par l'eau seule :	
Terre	26,66
Suint	32,74 (dont on peut extraire 6 ^{es} 62 de potasse).
2° Matières enlevées par l'alcool ou la soude :	
Graisses suintées	8,57 (qui peuvent s'extraire des eaux de lavage).
Terre	1,40
3° Laine pure	31,23
	<u>100,00</u>

2° Analyse de M. Rolandez, professeur à l'École pratique de Mazamet. — Composition chimique de 100 grammes de laine lavée à dos :

1° Matières enlevées par l'eau seule :	
Suint	3,00
2° Matières enlevées par l'alcool et la soude :	
Graisses suintées	17,30 (qui peuvent s'extraire des eaux de lavage).
Terre	1,70
3° Laine pure	78,00
	<u>100,00</u>

De ces données, on peut conclure que : 1° 1 000 kilogr. de laine en suint peuvent donner 66^{kg} 2 de potasse pure ou 85 kilogr. de potasse brute et 85^{kg} 7 de graisse suintive ; 2° 1 000 kilogr. de laine lavée à dos peuvent donner 173 kilogr. de graisse suintive.

Or le suint proprement dit, produit de la sueur secrétée par les glandes sudoripares, d'après M. Chevreul, est un savon de potasse à acides oléique, palmitique, acétique, succinique, etc. Il est soluble dans l'eau froide, et la dissolution évaporée donne un résidu qui, calciné, laisse des cendres riches en carbonate de potassium.

Voici, d'ailleurs, la composition qui en a été donnée :

Carbonate de potassium	86,78
Chlorure de potassium	6,18
Sulfate de potassium	2,83
Terres et matières insolubles	4,21
	<u>100,00</u>

Les graisses suintives de nature cireuse sont secrétées par les glandes sébacées. Ce sont des éthers résultant de la combinaison des acides oléique, palmitique et cérotique, avec l'alcool cérylique, la cholestérine, etc., mais sans glycérine. Elles sont insolubles dans l'eau, mais solubles en partie dans les dissolutions alcalines chaudes, par exemple celles de potasse ou de savon, qui tout au moins les font passer dans les bains à l'état d'émulsion.

Les suints restent donc dans les eaux de sabrages et les graisses suintives dans l'eau des bacs des lavages à fond. Ces eaux, qu'on utilise à Roubaix, ne sont pas employées à Mazamet, parce qu'on ne les obtient pas en dissolution aussi concentrée que dans le Nord où elles proviennent des lavages des laines de tonte. Les industriels prétendent que pour les retirer par évaporation, le prix des appareils et du combustible ne permettrait pas de réaliser un bénéfice. Mais peut-être un filtrage préalable approprié condenserait-il ces dissolutions qui pourraient alors être évaporées à bas prix.

D'après les données ci-dessus, en prenant une année moyenne d'exploitation, par exemple 1898, pendant laquelle la production a été : 1° en laine mère dessuintée, 1 850 000 kilogr. ; 2° en laine à dos lavée à fond, 4 millions de kilogrammes :

Les laines mères auraient produit	{ en potasse pure . kilogr.	122 470
Les laines à fond	{ en graisses suintives . .	158 545
		692 000
	TOTAL des suintives. kilogr.	850 545
A 30 francs les 100 kilogr., les suintives vaudraient	Fr.	255 163
A 50 francs les 100 kilogr., la potasse pure vaudrait		61 235
	TOTAL	Fr. 316 398

La perte annuelle s'élèverait donc à plus de 316 000 francs. Cette question mérite d'être étudiée.

CUIRS INUTILISABLES EN MÉGISSERIE. — Les cuirs trop défectueux pour être employés en mégisserie, et classés dans le sixième choix, ainsi que les gros morceaux de peau, également inutilisables en mégisserie, sont employés dans la fabrication de la colle, ou bien, s'ils sont de qualité tout à fait inférieure, entrent dans la composition des engrais. Les prix, suivant les années et les qualités, varient de 16 à 30 francs les 100 kilogr. La colle est fabriquée à Castres ou à Graulhet, et les engrais à Mazamet même.

Les morceaux de peau détachés par la sabreuse ou ceux qui tombent sous le couteau du peleur (couennes), sont généralement traités dans l'usine même, comme les autres peaux et, après avoir été séchés, vendus aux fabricants de colle où à ceux d'engrais. Toutefois, quelques couennes renferment avec de la laine ordinaire, de gros poils ou *jarres* qu'on enlève difficilement. Ces couennes sont vendues en vert aux fabricants d'engrais, rarement à ceux de colle. Ceux-ci, pour en retirer la laine qui reste, les soumettent à l'action d'un lait de chaux, puis les exposent à l'air dans des séchoirs composés de claies en osier superposées : elles sont ensuite rincées dans un bassin d'eau et pelées à l'aide de fourches.

Ces couennes, séchées dans les mêmes séchoirs, peuvent alors servir à la fabrication de la colle.

Engrais. — Les engrais animalisés permettent l'utilisation des produits tout à fait inférieurs. Ils sont surtout employés pour la fumure de la vigne, et trouvent, lors des bonnes récoltes en vin, un écoulement facile dans les départements de l'Aude et de l'Hérault. Leur prix moyen est de 8 francs les 100 kilogrammes.

Leur composition varie avec les fabricants et leur teneur en matière fertilisante dépend de la nature et des proportions des déchets employés. Dans presque tous entrent du fumier de trou ou des déchets de mégisserie, des couennes ou des peaux de qualité inférieure découpées en morceaux, des *carnasses* ou chairs de peaux de mouton enlevées par les peleurs, de la bourre de laine ou dépôt de filature, du sulfate de fer. On leur fournit un supplément d'acide phosphorique et de potasse en ajoutant des phosphates minéraux ou des superphosphates et des engrais potassiques, cendres, suies, kainite. Le mélange de ces substances est fait au moment de la vente, afin d'éviter la fermentation qui amènerait une perte d'azote.

De tels engrais ne peuvent être achetés que « dosage garanti sur facture ».

En tenant compte de ce que les dépôts des bassins de décantation des eaux des sabrages dosent 1,5 % d'azote, les couennes de 10 à 12 %, les carnasses de 7 à 8 % et les bourres de laine de 6 à 7 %, l'engrais composé comme suit :

Fumier de trou	55,0 %
Couennes ou carnasses	20,0
Bourre de laine	15,0
Sulfate de fer	5,0
Phosphates minéraux	5,0

dose en moyenne :

Azote	4,1 %
Acide phosphorique	2,2
Potasse	2,0

Il permet aux delaineurs de se défaire des matières premières aux prix suivants : fumure de trou, 6 francs le mètre cube ; bourre de laine, 9 francs les 100 kilogr. ; couennes et carnasses, de 12 à 15 francs les 100 kilogrammes.

Les seuls déchets inutilisés sont donc les matières tenues en dissolution dans les eaux de lavage.

Paul RAZOUS,

Licencie ès Sciences mathématiques et ès Sciences physiques,
ancien Inspecteur du travail dans l'industrie.

MATÉRIAUX DE CONSTRUCTION

ÉTUDE DES CONDITIONS DE PRISE DU PLÂTRE

Prisomètre Périn.

On sait que le gypse ou pierre à plâtre est un sulfate de calcium hydraté : $\text{SO}^4\text{Ca}, 2\text{H}_2\text{O}$. Ce gypse existe dans la nature sous différents aspects, et on le rencontre, suivant les régions, en bancs nettement stratifiés, en masses amorphes, à l'état fibreux ou saccharoïde, en petits cristaux enchevêtrés ou sous forme de fer de lance, blanc ou jaune s'il est pur ou à peu près, gris ou bleu s'il renferme des quantités notables de matières organiques, rougeâtre s'il contient du fer.

Dans certaines régions, comme dans le bassin de Paris, où il forme l'étage supérieur de l'époque éocène, on le trouve en strates horizontales, dont l'épaisseur en quelques endroits atteint plus de 20 mètres. Ailleurs, on le voit former des masses compactes très considérables, et on connaît des gisements de gypse atteignant des épaisseurs de 40 à 50 mètres sur des kilomètres de longueur.

Soit qu'il provienne des dépôts sédimentaires des périodes secondaire et tertiaire, soit qu'il ait été formé par l'action de vapeurs sulfuriques sur des masses de carbonate de chaux, quelles que soient, enfin, les origines d'où il provienne, nous le considérerons simplement comme il existe dans la carrière.

Notre but étant avant tout industriel et pratique, nous n'examinerons que les applications du gypse dans la construction et les arts.

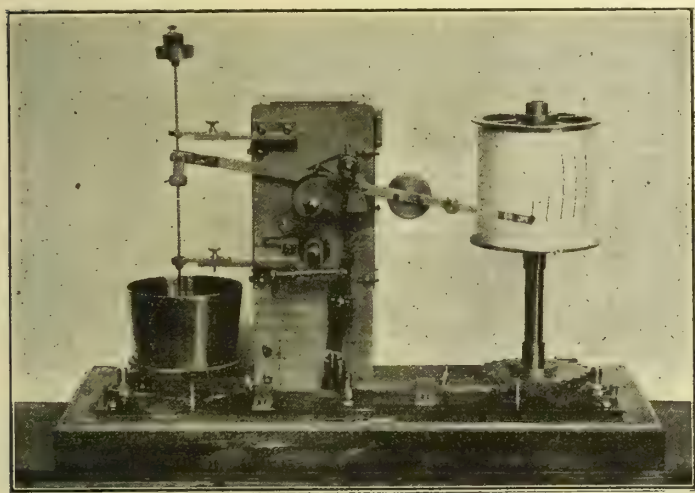


FIG. 1. — Vue du prisomètre Périn.

C'est donc la formule chimique $\text{SO}^4\text{Ca}, 2\text{H}_2\text{O}$ seule qui retiendra notre attention.

Du gypse, broyé, et traité par la chaleur dans des conditions déterminées de temps et de température, perd tout ou partie de ses deux molécules d'eau de cristallisation, et se transforme en plâtre. Si l'on met ce plâtre ainsi formé au contact d'une certaine quantité d'eau, sa molécule initiale se reforme par une série de sursaturations et de cristallisations successives; les cristaux formés se feutrent et s'enchevêtrent; en d'autres termes, ce plâtre *fait prise*.

Il ne faut pas confondre la prise avec le durcissement. La prise, à partir du moment où plâtre et eau sont mis en présence, s'effectue en un temps qui peut être de quatre à cinq minutes, et qui ne dépasse guère quinze à dix-huit minutes.

Le durcissement suit la prise et augmente progressivement pour atteindre, dans le plâtre, son maximum en quelques jours.

La prise est déterminée, aujourd'hui, par un appareil que nous avons imaginé à cet effet, et dont nous donnons plus loin la description. Le durcissement peut être mesuré sur des éprouvettes du plâtre à expérimenter, avec les appareils à arrachement adoptés pour les essais de chaux et ciments.

De ces deux qualités, prise et résistance, la prise est certainement, à beaucoup près, celle qui, jusqu'à maintenant, a donné le plus de mécomptes. Dans la construction ou pour certains usages industriels, par exemple, on demandera une prise rapide de quatre à cinq minutes; dans les arts, pour le modelage, les travaux de staff ou de stuc, c'est une prise lente de quinze à dix-huit minutes qui convient.

Mais jamais, jusqu'ici, les fabricants n'ont été assurés eux-mêmes d'obtenir à volonté, industriellement, et d'une manière constante, un plâtre d'une prise donnée.

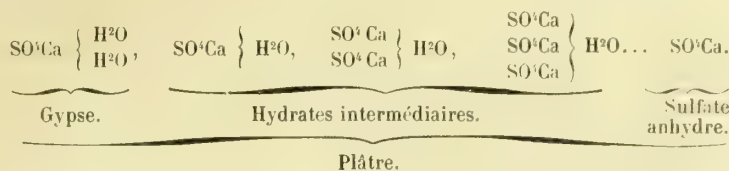
Un grand nombre d'entre eux ont cherché la pratique et le tour de main nécessaires, des essais nombreux et importants ont été faits

dans bien des usines; mais faute de toute théorie scientifique, et en l'absence de toute méthode rationnelle, ces essais n'ont pas répondu aux espérances.

Des recherches et travaux effectués pendant plusieurs années nous ont permis de dégager cette théorie.

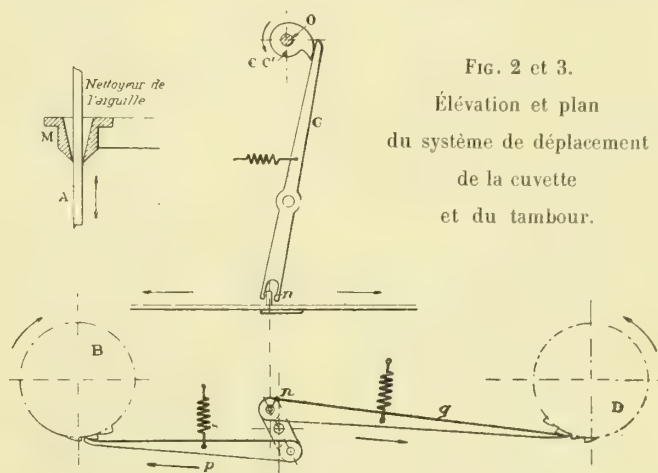
Dans une précédente étude, publiée par le *Génie Civil* (1), nous avons montré que la rapidité de prise d'un plâtre donné était fonction du degré d'hydratation moléculaire de ce plâtre.

En même temps nous établissions qu'on peut représenter le plâtre ordinaire, au point de vue de sa constitution, par les formules suivantes :



En disant que les vitesses de réhydratation des hydrates intermédiaires étaient différentes, nous faisons entrevoir que la vitesse de prise dans un plâtre donné dépendait surtout de celle de l'hydrate qui dominait dans ce plâtre.

Au moment où nous émettions cette théorie, il n'existait ni appareil pour déterminer le point de prise d'un plâtre, ni méthode pratique pour en déterminer le degré d'hydratation moléculaire. Afin de combler ces lacunes, nous avons imaginé l'appareil et la méthode.

FIG. 2 et 3.
Élévation et plan
du système de déplacement
de la cuvette
et du tambour.

Ces nouveaux éléments de recherches nous ont permis de constater, en effet, qu'une prise donnée correspond bien à une hydratation moléculaire existante. Ils nous ont permis, aussi, de reconnaître que la vitesse de réaction des hydrates intermédiaires est d'autant plus faible que l'hydrate est plus éloigné du terme initial $\text{SO}^4\text{Ca}, 2\text{H}_2\text{O}$, d'où il provient.

L'appareil que nous avons imaginé pour déterminer les points de prise des plâtres (fig. 1 à 3) comprend :

Une aiguille verticale A, en acier, de 2 millimètres de diamètre, munie à sa partie supérieure d'un petit plateau, qu'on peut charger de poids;

Un levier, attaché à l'aiguille par une genouillère, et mobile autour d'un axe horizontal. Ce levier porte un petit taquet soulevé par une came C dont l'axe est actionné par un mouvement d'horlogerie, et fait exactement un tour par minute.

A chaque tour, la came C soulève le taquet, puis le laisse brusquement échapper : il en résulte une ascension et une chute de l'aiguille.

Le levier porte un style qui trace sur le cylindre enregistreur D une courbe correspondant à chaque enfoncement de l'aiguille.

Un système de dé clic actionné par une deuxième came C', fixée en avant de la came C sur le même axe O, est disposé pour faire tourner simultanément, à un moment donné, d'une fraction de tour, la cuvette B et le cylindre D sur leurs axes verticaux (fig. 3).

A cet effet, un levier G est maintenu par un ressort sur la came C'. Ce levier porte, à son extrémité inférieure, une fourchette qui embrasse un ergot n, lequel entraîne les cliquets p et q.

La came C' agit sur le système de dé clic au moment où l'aiguille A, dans son ascension, vient de sortir du plâtre contenu dans la cuvette. Dans ces conditions, le trou que laisse cette aiguille dans le plâtre en prise se trouve déplacé, et dans la chute suivante l'aiguille tombe à côté.

Le tambour D tourne, en même temps que la cuvette, d'une fraction de tour, de sorte que le style peut chaque fois tracer une ordonnée

(1) Voir le *Génie Civil*, t. XL, n° 46, p. 267

distincte. Un petit manchon biseauté M, qui sert en même temps de guidage, nettoie l'aiguille pendant chacun de ses relèvements (fig. 2).

Le plâtre à expérimenter est mélangé à une quantité d'eau déterminée. Tous deux sont exactement dosés.

Le temps initial de l'expérience est compté du moment où l'on fait le mélange. Au bout de quelques minutes de repos, on gâche soigneusement et on introduit la matière dans la cuvette. On met l'appareil en marche, et la courbe de prise se trace d'elle-même par points. Les abscisses donnent les temps, en minutes.

Tant que la prise n'est pas encore faite, les enfoncements sont égaux et, de même, les ordonnées correspondantes tracées sur le cylindre.

Dès que la prise commence, les enfoncements diminuent et les sommets des ordonnées indiquent la courbe de prise.

Le point de prise est absolument net et parfaitement défini.

La méthode de détermination du degré d'hydratation moléculaire est très simple. Elle consiste à mesurer par la perte au rouge la quantité d'eau restante. Nous n'entrerons pas ici dans les détails de cette opération très simple, qui relèvent de la pratique du laboratoire.

Nous avons fait de nombreuses séries de courbes de prises de plâtres différents obtenus avec un même gypse, après avoir mesuré les degrés d'hydratation correspondante. Notre théorie s'est toujours trouvée confirmée.

A titre d'exemple, voici deux de ces courbes, obtenues avec deux plâtres formés d'un même gypse, d'un même numéro de blutage, gâchés dans des conditions identiques (fig. 4 et 5).

Les degrés d'hydratation étaient les suivants :

Gypse initial.	D = 20,2 %;
Plâtre n° 1.	D = 7,3 %;
Plâtre n° 2.	D = 11,0 %.

On voit bien qu'à des degrés d'hydratation moléculaire différents correspondent des prises différentes.

Dans le plâtre n° 2, le point de prise se forme après dix minutes, comptées à partir du temps initial. Dans le plâtre n° 1, ce point de prise correspond à la quatorzième minute.

Le temps initial est, nous l'avons dit, le moment précis où le plâtre et l'eau sont mélangés.

Si nous rappelons que les deux plâtres provenaient d'un même échantillon de gypse, mais avec un traitement approprié pour chacun d'eux, nous devons reconnaître que ces constatations ont leur importance pour la solution du problème industriel de la prise lente ou de la prise rapide du plâtre. Nous nous proposons d'exposer bientôt, dans son principe et ses détails, le procédé de fabrication capable d'y répondre.

Louis PÉRIN,
Ingénieur-chimiste.

VARIÉTÉS

Chauffage combiné à l'eau et à la vapeur.

On vient d'installer à Providence (États-Unis), dans une maison à douze étages qui sert de bureaux à l'Union Trust, un système de chauffage possédant à la fois, paraît-il, les avantages des chauffages à l'eau sous pression et à la vapeur à basse pression, sans en avoir les inconvénients.

Au moment de la mise en marche toutes les canalisations renferment de la vapeur à basse pression; cette vapeur réchauffe les locaux en se condensant, mais, au lieu de s'échapper dans la canalisation de retour, l'eau de condensation s'accumule et séjourne dans les radiateurs jusqu'au moment où ceux-ci sont remplis. A partir de cet instant cette eau, à mesure qu'elle tend à se refroidir, est chauffée par la vapeur qui continue à passer dans la canalisation principale et prend un mouvement de circulation continu dans chaque radiateur. Le système fonctionne donc logiquement : d'abord à la vapeur, alors qu'il faut fournir beaucoup de chaleur en peu de temps pour atteindre rapidement la température de régime qu'on s'est fixée; ensuite à l'eau chaude, l'appareil fournissant juste la quantité de chaleur néces-

saire pour maintenir la température de régime dès que celle-ci a été atteinte.

Ce résultat est obtenu par l'emploi d'un appareil de distribution placé sur la conduite principale et que les inventeurs appellent le *transmetteur*. Nous en donnons la description d'après l'*Engineering Record*.

Le transmetteur A (fig. 2 et 3) est constitué par un tube de 10 centimètres de diamètre et de 60 centimètres de hauteur placé sur le prolongement de la conduite principale de vapeur au moyen de deux raccords G, G' auxquels sont fixées des tubulures E, S et B. Le raccord inférieur G' est muni d'une cloison intérieure annulaire qui le divise en deux chambres : l'une, intérieure, dans laquelle débouchent : cinq tubes étroits T, l'extrémité V' de la conduite de vapeur et les tubulures B; l'autre, annulaire, dans laquelle débouchent les tubulures S. Cette dernière chambre communique également par le vide annulaire C avec la chambre extérieure que forme, dans le transmetteur, l'espace compris entre le faisceau de tubes T et le cylindre A.

Les radiateurs communiquent avec le transmetteur par les tubulures E et, à la partie inférieure, par les tubulures B et S. Sur le branchement de S est placée la valve V; b communique avec B par un *by-pass* muni d'une valve non représentée sur la figure.

Quand on commence à chauffer, la valve V est ouverte en grand; la résistance présentée à la vapeur qui arrive en P par le passage dans les tubes étroits T la fait passer de préférence par le radiateur en entrant par a et sortant par b. D'ailleurs, du fait même du passage de la vapeur dans les tubes T, ceux-ci s'échauffent rapidement et d'après le principe de la paroi froide, le radiateur étant froid, la vapeur est attirée et condensée de préférence dans celui-ci, et

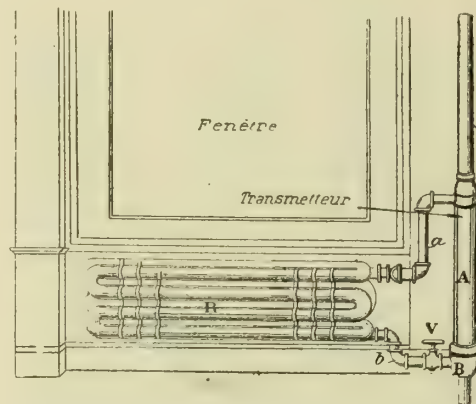


Fig. 1. — Ensemble d'un radiateur et de son transmetteur.

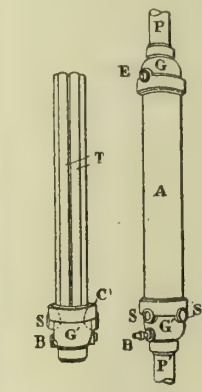


Fig. 2 et 3. — Vues intérieure et extérieure d'un transmetteur.

d'autant plus qu'il est plus froid. L'eau condensée remplit donc peu à peu le radiateur et la partie annulaire du transmetteur qui entoure les tubes.

Quand elle a atteint l'extrémité supérieure des tubes, elle s'écoule en partie par la tubulure E, et aussi, pour une faible partie, par les tubes T dont les extrémités sont à la même hauteur que la tubulure. Comme cette eau est plus chaude dans le transmetteur que dans le radiateur, il s'établit naturellement un courant d'eau continu dont on règle la vitesse en agissant sur la valve V.

Le *by-pass* branché sur la tubulure B permet d'envoyer directement la vapeur dans la conduite de retour quand on veut chauffer encore plus rapidement au moment de la mise en marche; le système fonctionne alors à la vapeur. C'est également par ce *by-pass* qu'on purge le radiateur quand on commence à chauffer.

Appareil pour contrôler la filtration des eaux.

Cet appareil permet non seulement de suivre les opérations de purification des eaux par les filtres à sable, mais aussi de déterminer la grandeur du débit, la vitesse d'aération et les épaisseurs des couches filtrantes qui conviennent à des eaux renfermant des matières organiques en quantité variable lorsqu'on veut obtenir une eau filtrée ayant un degré de pureté déterminé.

L'appareil, décrit par l'*Engineering*, est une sorte de filtre à sable formé de six compartiments superposés présentant à leur base des auges dans lesquelles l'eau filtrée vient se rassembler; au moyen de robinets a, on peut prendre des échantillons à la base de chacun des compartiments. Cette eau a donc passé sur des hauteurs de sable différentes.

Le compartiment supérieur est alimenté par un bac rectangulaire b à bords plats dont le fond est percé de très petits orifices; l'eau s'écoule à travers ces orifices et tombe régulièrement en pluie fine en tous les points. Ce bac est lui-même alimenté par un auget à bascule c

monté sur couteaux et recevant l'eau à filtrer d'un robinet *d* qui la déverse alternativement dans l'un ou l'autre des compartiments de cet auget.

En déplaçant l'auget par rapport à son axe de rotation, on peut sans faire varier le débit augmenter ou diminuer à volonté la périodicité des basculées.

Pour pouvoir régler la vitesse d'aération et mesurer le volume d'air employé, on envoie l'air dans le filtre au moyen d'un siphon *f* débouchant dans une caisse *A* alimentée d'une façon continue par *g*. Quand la caisse est pleine d'eau, le siphon s'amorce et vide la caisse, tandis que l'air extérieur rentre par une soupape qui ne peut s'ouvrir que de dehors en dedans. Connaissant la capacité du récipient *A* et le nombre de pulsations, on peut donc savoir à chaque instant le volume d'air qu'il faut envoyer dans le filtre pour produire l'oxydation des matières organiques.

Avec cet appareil le réglage des différentes opérations pourrait être réalisé sans difficulté après une période de tâtonnements durant moins de vingt-quatre heures. A la fin de cet intervalle de temps, un des

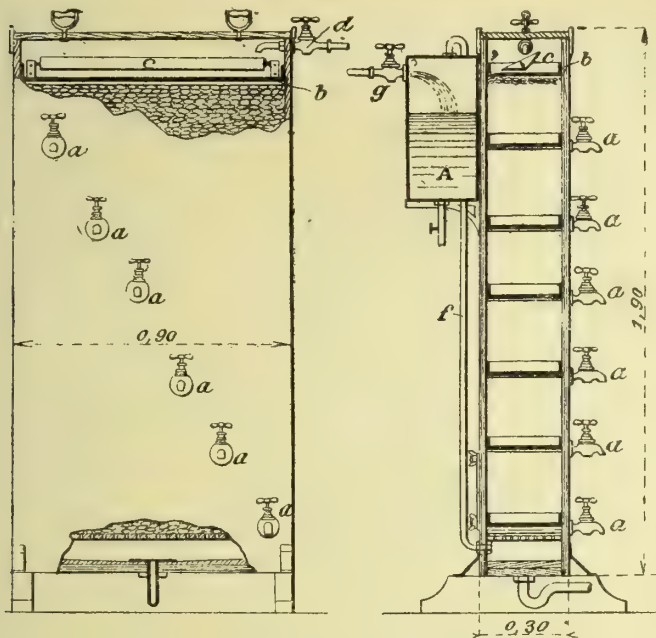


FIG. 1 et 2. — Vue latérale et coupe transversale de l'appareil à contrôler la filtration des eaux.

échantillons d'eau filtrée pris à l'un des robinets *a* a alors très probablement le degré de pureté qu'on s'est imposé et indique, par conséquent, quelle est, approximativement, l'épaisseur de sable sur laquelle doit se faire la filtration pour obtenir le résultat cherché.

Cet appareil permet également de faire des recherches. C'est ainsi que grâce à son emploi on a reconnu déjà que, dans le cas d'eaux d'égout, on augmente l'efficacité du filtre en envoyant l'eau à de fréquents intervalles toutes les sept à dix minutes et en petites quantités à la fois. De même, il convient d'aérer d'une façon continue et non pas intermittente comme on le fait habituellement en pareil cas.

Marteau à air comprimé, pour la fixation des bandages des roues de wagons.

La fixation des bandages des roues de wagons au moyen de cercles de calage *a*, comme ceux que représentent en coupe les figures 1 à 3, est considérée comme d'un usage très sûr et très économique. Une fois la couronne entièrement matée dans son logement annulaire, la jante

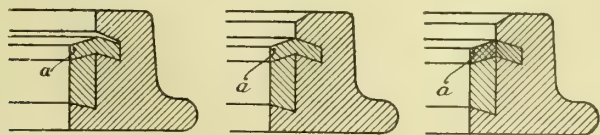


FIG. 1 à 3. — Coupes de bandages avant et après le calage.

et le bandage sont parfaitement solidaires, et le service peut se prolonger jusqu'à l'usure du bandage dans les limites fixées. Le remplacement du bandage est alors facilement réalisé en enlevant, au tour, la partie intérieure *a* de la couronne indiquée sur la figure 3.

La principale difficulté consiste dans le matage de la couronne, qu'on est généralement forcé de faire au marteau, les machines-outils

ordinaires ne se prêtant pas à ce travail où la panne du marteau doit frapper obliquement.

Les ateliers Breuer, Schumacher et Cie, de Kalk près Cologne, ont étudié et construit dans ce but un marteau à air comprimé que la figure 4 représente pendant son fonctionnement.

Le bâti porte, en outre du cylindre à air comprimé dans lequel se trouvent deux pistons, un volant et un arbre actionné par une courroie de transmission, sur lequel sont placées une poulie fixe et une poulie folle. Une manivelle entraînée par cet arbre actionne le piston supérieur du cylindre à air comprimé. Le piston inférieur porte l'outil destiné à refouler le métal dans la gorge du bandage. Un robinet, situé entre les deux pistons, permet d'y introduire l'air extérieur ou de l'en expulser, avec une vitesse réglable suivant son degré d'ouverture.

Lorsque le piston supérieur *a* monte, le robinet étant fermé, l'air du cylindre se raréfie et la pression extérieure soulève peu à peu le piston inférieur *b*. Mais le piston *a*, déjà parvenu à bout de course, et repoussé par la manivelle qui continue son mouvement uniforme, redescend et comprime fortement l'air intérieur, arrêtant le mouvement d'ascension de *b* et le rejetant brusquement sur la pièce à

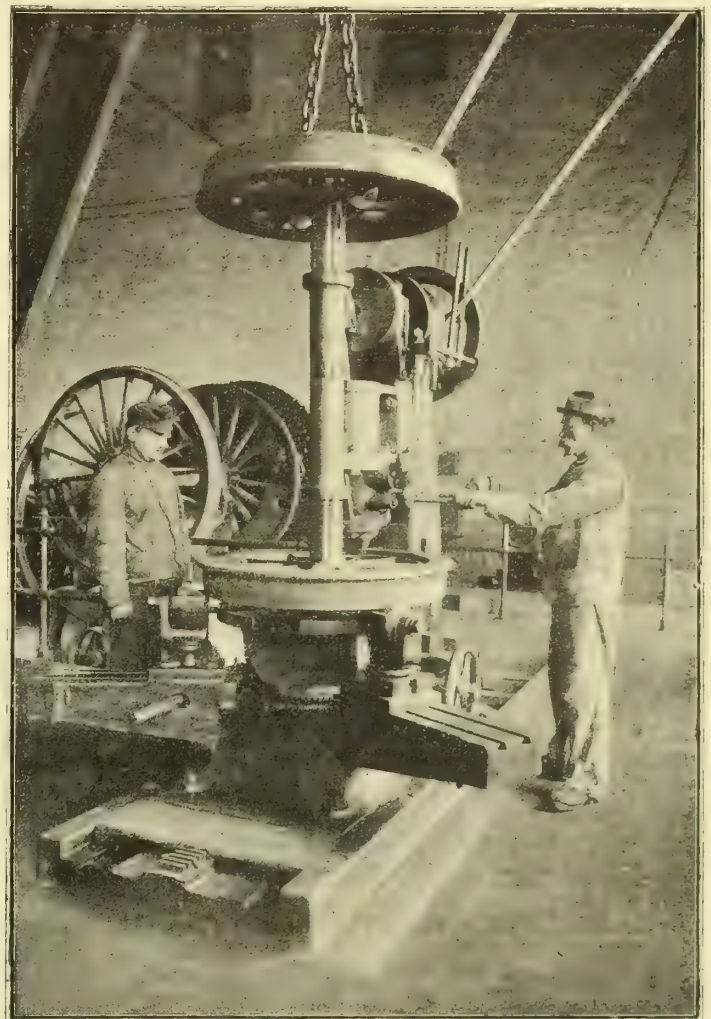


FIG. 4. — Vue du marteau à air comprimé.

mater; à chaque tour de l'arbre se produit un coup de marteau semblable. La force de ce martelage est réglée par l'ouverture du robinet; la machine marche à vide lorsqu'il est grand ouvert. Quant à sa rapidité, elle varie suivant qu'on agit sur la vitesse de la transmission, au besoin par simple glissement de la courroie.

Comme le montre la figure, le cylindre se compose de deux parties qui font entre elles un angle convenable pour donner à l'outil l'inclinaison nécessaire.

Le déplacement de la pièce à travailler, autour de l'axe de son plateau, se fait par une commande spéciale, dont on peut également régler la vitesse. Des dispositifs à crémaillères, manœuvrés à la main, permettent d'ajuster la roue, quel que soit son diamètre, dans la position convenable pour le travail. Les essieux montés sont suspendus à un palan, pour soulager le bâti de la machine (fig. 4).

Ces marteaux à air comprimé, déjà employés, paraît-il, dans plusieurs ateliers de chemins de fer, notamment dans ceux de l'État prussien, opèrent le calage d'un bandage en trois à sept minutes, suivant son diamètre, avec une dépense moyenne de 0 fr. 60 pour une roue de wagon, 1 fr. 25 pour une roue de locomotive.

SOCIÉTÉS SAVANTES ET INDUSTRIELLES

Société des Ingénieurs civils.

Séance du 20 mai 1904.

Présidence de M. H. COURRIOT, Président.

I. — M. G. HERSENT présente une communication sur la République Argentine, son développement commercial et agricole, ses chemins de fer, Buenos-Ayres et le port de Rosario.

Il donne d'abord un aperçu général de la situation géographique et économique de la République Argentine : la superficie du pays est de 295 millions d'hectares ; sa population, de 5 millions d'habitants, s'accroît constamment (de 40 % dans les dix dernières années).

La surface cultivée atteint à peine 8 % de la surface cultivable. Néanmoins, les récoltes ont permis d'exporter, en 1903, près de 4500 000 tonnes de céréales, chiffre qui sera fortement dépassé en 1904. Le troupeau argentin constitue une autre des richesses du pays, par suite du mouvement d'exportation des viandes en Europe.

Les chemins de fer comptent plus de 17 000 kilom. de voies et leur capital représente 2 700 millions de francs.

M. G. Hersent parle de Buenos-Ayres, qui est, après New-York, Chicago et Philadelphie, la plus grande ville du continent américain ; elle comptait 76 000 âmes en 1852, et elle en a aujourd'hui 900 000. Son commerce s'est accru avec une rapidité extraordinaire depuis vingt-cinq ans ; cet essor est dû à la construction de son nouveau port, commencé en 1885 et livré en partie à l'exploitation en 1889.

Sur le cours du Parana, comparable à l'Amazone, et accessible aux navires de mer jusqu'à 500 kilom. en amont de Buenos-Ayres, se trouve Rosario de Santa-Fé, la ville la plus importante de l'Argentine après Buenos-Ayres, et dont les conditions exceptionnelles ont fait un grand port intérieur, analogue à Rouen, Anvers, Hambourg ou Rotterdam ; situé à 300 kilom. de Buenos-Ayres, il ne saurait lui faire concurrence, et il se suffit à lui-même en exportant les productions des provinces environnantes, ou en y important les produits du dehors. Le Gouvernement argentin a parfaitement compris la nécessité d'aménager ce port et, à la suite d'un concours, les travaux furent concédés, à la fin de 1902, à MM. Hersent et fils et MM. Schneider et C^{ie}.

Ces travaux comprennent :

La régularisation du cours du fleuve devant le nouveau port ;

La construction de 3500 mètres de quais en bordure du fleuve et d'un bassin de cabotage de 370 mètres de pourtour ;

La construction et l'aménagement des terre-pleins du port, la construction des voies charretières, des voies ferrées et gares de triage, celle de hangars et magasins présentant une surface totale de 52 000 mètres carrés et permettant d'abriter un volume de 200 000 mètres cubes de marchandises ;

Un magasin à grains avec 120 silos pouvant emmagasiner 30 000 mètres cubes de céréales, et capable de : recevoir par voie ferrée 500 tonnes de céréales à l'heure, les peser et les mettre en silos ; recevoir par bateau 50 tonnes de céréales à l'heure, les peser et les mettre en silos ; expédier par bateau 1 000 mètres cubes de céréales ; ensacher les céréales provenant des silos à raison de 100 mètres cubes à l'heure et les expédier par voies ferrées ; enfin, nettoyer et sécher les grains, toutes opérations qui peuvent s'effectuer en même temps ;

Une station génératrice d'électricité comprenant cinq groupes électrogènes Schneider, d'une puissance totale de 1500 chevaux, dont le courant continu à 600 volts sera distribué par trois conducteurs ;

Enfin, l'outillage de manutention comprenant trente-cinq grues électriques mobiles, d'une puissance de 1500 kilogr., et deux grues fixes, l'une de 10 et l'autre de 30 tonnes de puissance.

Ces grands travaux doivent coûter 58 millions de francs.

Le Gouvernement, qui n'a pas eu à intervenir dans les dépenses, en profitera indirectement par la mise en valeur du pays, puis, d'une façon plus directe, par la participation qu'il recevra dans les bénéfices de la Société concessionnaire et par la propriété gratuite du port qui lui reviendra en fin de concession.

II. — M. E. CACHEUX traite ensuite des *Habitations à bon marché* (1).

Il estime qu'il y a lieu d'attirer l'attention des Ingénieurs civils sur la question des petits logements, parce que, d'une part, la loi du 30 novembre 1894 sur les habitations à bon marché va être remaniée, et que, d'autre part, la Ville de Paris manifeste l'intention de construire et d'exploiter, pour son compte, des maisons à petits logements.

Dans tous les pays civilisés, on a étudié des types de maisons à bon marché, mais partout on rencontre l'éloignement des capitalistes et la rareté des terrains à bas prix.

En Angleterre, on a employé les épargnes des travailleurs pour construire les habitations destinées à les loger. On a employé des types de maisons à deux et trois étages, vendues à une personne qui habitait un étage et louait les deux autres, de façon à pouvoir payer la valeur de l'annuité fixée pour se libérer du prix d'acquisition, tout en étant logée, pour ainsi dire, gratuitement.

On a rendu ainsi des milliers d'ouvriers propriétaires. Il a été plus difficile de trouver des capitaux pour améliorer les anciennes maisons. C'est pourquoi le Conseil du Comté de Londres a démoli des quartiers entiers dans cette ville, et a construit des maisons modèles pour remplacer les taudis supprimés.

Le Conseil du Comté a consacré une cinquantaine de millions de francs pour bâtir des groupes de maisons de six étages. En présence du prix de revient élevé de ces maisons, il a commencé la création, dans les environs de Londres, de trois colonies dans lesquelles il pourra loger près de 10 000 familles.

Cet exemple a été suivi par certaines villes anglaises. En Allemagne, une seule ville a démoli un quartier entier pour le reconstruire ; les autres préfèrent attirer la population dans la banlieue en créant des quartiers nouveaux.

Si l'on voulait tirer parti, en France, de ce qui a été fait à l'étranger pour stimuler l'initiative privée, il faudrait modifier la loi de 1894, ainsi que le propose M. le sénateur Strauss, en demandant que le prix de revient des maisons susceptibles de bénéficier de ses avantages soit élevé de façon à tenir compte de la valeur des bâtiments, par suite des progrès de l'hygiène.

Il faudrait ensuite décider les villes à étendre méthodiquement leur territoire à bâtir, en créant des quartiers nouveaux qu'elles relieraient à ceux du centre par des voies rapides et économiques. Ces terrains seraient vendus par annuités, avec obligation de tenir compte des lois de l'hygiène, de façon à empêcher la création de taudis.

L'assainissement des quartiers encombrés qui se trouvent dans l'intérieur de presque toutes nos grandes villes incombera aux municipalités ; il leur suffira sans doute de mettre en vente le terrain obtenu par la démolition des maisons insalubres, pour trouver des acquéreurs qui s'engageront à y construire des habitations à bon marché, comme l'a fait la Société des Habitations Économiques de la Seine, qui a pris l'engagement de construire des maisons modèles sur l'emplacement de la Roquette que lui cède le Conseil général de la Seine.

A. B.

Académie des Sciences.

Séance du 24 mai 1904.

Chimie analytique. — *Dosage de la formaldéhyde atmosphérique.* Note de M. H. HENRIET, présentée par M. Haller.

L'auteur expose la méthode qui lui a permis de constater que l'air renferme normalement de 2 à 6 grammes de formaldéhyde (formol) pour 100 mètres cubes d'air.

Cette proportion est énorme à côté de celle de l'ozone qui est de 1 à 3 milligrammes seulement. En raison des propriétés fortement antiseptiques du formol, il serait peut-être intéressant d'étudier, à cette dose, son action physiologique sur les tissus et particulièrement sur le tissu pulmonaire.

Mécanique. — *Détonation sous l'eau des substances explosives.* Mémoire de M. JACON, présenté par M. Léauté.

Quand une charge de matière explosive détone

dans une masse liquide indéfinie, elle y détermine des pressions très considérables. L'auteur s'est proposé de rechercher comment se développent ces pressions.

La compressibilité du liquide joue ici un rôle très important. Cette compressibilité n'a été étudiée que jusqu'à des pressions voisines de 3 000 kilogr. par centimètre carré et dans ces limites le coefficient de compressibilité a été trouvé nettement décroissant.

La rapidité de décomposition des explosifs est telle que, si l'on supposait le coefficient de compressibilité constant, le volume du liquide se trouverait théoriquement réduit à zéro et deviendrait même négatif.

L'auteur a été conduit à adopter une loi de compressibilité qui reproduise les propriétés les plus essentielles de ce phénomène, et qui, aux pressions inférieures à 3 000 atmosphères, donne pour le coefficient de compressibilité des valeurs sensiblement égales à celles qui ont été trouvées directement. Il en déduit quelques conclusions pratiques, entre autres la propriété qu'a la fonction représentative de la quantité d'explosif décomposé d'avoir une dérivée finie dès le début de la détonation.

Les phénomènes de propagation du mouvement sont complètement différents dans le cas où le coefficient de compressibilité est supposé constant et dans le cas où ce coefficient est variable. Dans le premier cas, la vitesse de propagation des mouvements est constante ; dans le second, elle augmente avec la pression. Il suit de là que les mouvements qui prennent naissance entre le début du phénomène et la fin de la décomposition de l'explosif se propagent de plus en plus vite, se superposent et donnent lieu à une discontinuité qui se propage ensuite dans le fluide. Un obstacle sera donc en général abordé par une pression finie.

M. Jacob établit ensuite des formules relativement simples qui permettent de calculer la pression dans le fluide en fonction des données du problème, puis il calcule la pression exercée sur un obstacle. La question peut être résolue approximativement d'une façon assez simple lorsque l'obstacle est de grandes dimensions, mais non pas lorsqu'il est de petites dimensions, par exemple si c'est un appareil enregistreur.

Le fonctionnement de ces appareils se fait donc d'après des lois toutes différentes de celles qui se présentent dans les bouches à feu et les résultats qu'ils fournissent ne permettent pas de conclure immédiatement à la valeur de la pression maximum qui s'est développée dans le fluide aux environs de l'appareil.

Mécanique appliquée. — I. — *Résistance de l'air. Comparaison des résistances directes de diverses carènes aériennes. Résultats numériques.* Note de M. Ch. RENARD, présentée par M. Maurice Lévy.

La comparaison des résistances directes de diverses carènes aériennes simples (plan, sphère, cônes, corps fusiformes, etc.) s'effectue facilement au moyen de la balance dynamométrique imaginée par l'auteur (1).

La loi du carré de la vitesse se vérifie très exactement et s'exprime par la formule :

$$R = \frac{\rho_1 a}{1,25} V^2 = 0,8 \rho_1 a \sigma V^2,$$

dans laquelle R, exprimée en kilogrammes, est la résistance d'une carène dont le maître-couple a une section S exprimée en mètres carrés. V est la vitesse en mètres par seconde dans un air de poids spécifique a (exprimé en kilogrammes par mètre cube). Quant à σ et ρ_1 ils sont définis comme suit :

Le coefficient de résistance ρ_1 d'une carène de forme donnée, est le quotient de la résistance de cette carène, exprimée en kilogrammes, à la vitesse de 1 mètre par seconde, par la surface transversale de la carène (maître-couple) exprimée en mètres carrés. L'unité à laquelle on compare tous ces coefficients ρ_1 est la résistance d'un plan mince de 1 mètre carré se déplaçant orthogonalement et rectilignement dans l'air normal à la vitesse de 1 mètre par seconde, c'est le coefficient fondamental ρ_1 .

Le rapport $\frac{\rho_1}{\rho_1} = \sigma$ est le coefficient de réduction de la carène.

La loi se vérifie jusqu'à des vitesses supérieures à 50 mètres par seconde.

(1) Voir le *Génie Civil*, t. XLIV, n° 22, p. 356.(1) Voir le *Génie Civil*, t. XLV, n° 4, p. 60.

II. — *Sur un instrument destiné à faciliter l'emploi du tour à fileter.* Note de M. MOEHLBRUCK, présentée par M. Lippmann.

Cet instrument permet de résoudre rapidement un problème qui se présente fréquemment dans la pratique industrielle :

Soit un tour à fileter dont la vis ait un pas donné en pouces anglais ; on veut l'employer à construire une vis dont le pas est donné en millimètres. Il faut intercaler entre l'axe du tour et la vis un couple de roues d'engrenages ayant des nombres de dents a et b convenablement choisis, de manière à réduire la vitesse de l'axe dans un rapport n . Comment trouver les nombres a et b ? Le mécanicien dispose d'un jeu de trente ou quarante roues dentées : il lui faut calculer les rapports que fournissent ces roues prises deux à deux jusqu'à ce qu'il ait trouvé par tâtonnement la combinaison convenable. Ce tâtonnement est parfois très long ; il constitue un sérieux obstacle à l'emploi du système métrique dans les pays où d'autres mesures ont servi de bases à la construction du tour à fileter.

L'instrument présenté par l'auteur à l'Académie donne mécaniquement la solution. C'est une sorte de règle à calculer circulaire.

Physico-chimie. — *Sur l'ionisation thermique des vapeurs salines.* Note de M. G. MOREAU, présentée par M. Mascart.

Quand on chauffe à une température élevée, 1 000 degrés par exemple, une vapeur saline, celle-ci est rendue conductrice et reste conductrice jusqu'à la température ordinaire. La conductibilité dépend de la nature du sel et de sa constitution chimique.

L'auteur décrit l'appareil à l'aide duquel il a pu établir les conclusions suivantes :

Pour une solution de concentration fixe d'un sel A, le courant i qui traverse la vapeur, d'abord proportionnel au voltage du condensateur disposé pour mesurer la charge du courant gazeux, tend vers une valeur limite I quand celui-ci croît.

Pour le même sel, le courant limite I est proportionnel à la concentration de la solution si celle-ci est très diluée (1 gramme pour 1 000), varie ensuite plus lentement et tend vers une valeur limite J, d'autant plus vite atteinte que la vapeur est moins conductrice.

De tous les sels étudiés, ceux de potassium sont beaucoup plus conducteurs que les autres et leur conductibilité limite I dépend du radical acide. Les sels KI, KCl, KBr, K_2O_3 sont trois à quatre fois plus conducteurs que les autres sels de potassium. La loi de Faraday n'est pas vérifiée.

Pour le même sel A, la conductibilité n'apparaît que si le tube de porcelaine, dans lequel circule la vapeur, est incandescent et croît rapidement avec la température.

Avec cet appareil on peut démontrer que la vapeur a été ionisée.

Physique biologique. — I. — *Modifications de la radiation des centres nerveux sous l'action des anesthésiques.* Note de MM. Jean BEQUEREL et André BROCA, présentée par M. Becquerel.

On sait que les végétaux soumis à l'action d'anesthésiques n'émettent plus de rayons N et que cette action s'étend aux sources inorganiques telles que le sulfure de calcium et le sable préalablement insolés⁽¹⁾. Il était intéressant de voir ce que devient, sous l'action de ces mêmes anesthésiques, le rayonnement des centres nerveux.

Les auteurs ont opéré sur des chiens et ont observé des phénomènes variables mais qui, en gros, ont été les mêmes avec tous les anesthésiques. Comme on doit s'y attendre, c'est la substance cérébrale qui est essentiellement touchée.

Quand, dans l'anesthésie, on voit apparaître des rayons N, sur la moelle, ou seulement quand on ne peut plus distinguer sur celle-ci ses centres d'activité, l'animal est en danger. La cessation de tout rayonnement des centres nerveux, prolongée pendant quelques minutes, est un signe de mort certaine.

II. — *De la stérilisation du liège.* Note de M. F. BORDAS, présentée par M. d'Arsonval.

Le développement de certaines muscadinées, telles que l'*Aspergillus niger*, le *Penicillium glaucum*, dans les anfractuosités du liège femelle, et l'enva-

hissement plus ou moins profond du tissu cellulaire par les filaments mycéliens de ces moisissures provoquent dans les bouchons issus de planches ainsi contaminées la formation de principes volatils qui se communiquent aux liquides en contact avec ces bouchons⁽¹⁾.

Dans certains cas les bouchons, infectés assez largement à l'extérieur, peuvent, avec un peu d'habitude, être reconnus à l'odorat. Mais il n'en est plus de même lorsque le liège est sain d'aspect et que les filaments mycéliens ont pénétré dans l'intimité du tissu cellulaire. On conçoit qu'il suffise de quelques spores pour que, lorsque les conditions favorables au développement des moisissures se trouveront réalisées, ces champignons envahissent tout le liège et communiquent aux liquides le goût désagréable bien connu.

Tous les procédés actuels pour assainir et blanchir le liège, tels que : ébullition en présence d'hypochlorites, de chlore gazeux, d'acide sulfureux, etc., sont sans action sur les moisissures contenues dans les canaux médullaires du liège et *a fortiori* sur les filaments mycéliens intracellulaires. Il faut détruire tous les germes des moisissures, et cela dans toute la masse de liège, et faire disparaître, en outre, les principes odorants déjà formés qui préexistent dans les lièges malades.

On y arrive en stérilisant le liège dans le vide. On place les bouchons dans une enceinte chauffée à 120 degrés pendant dix minutes environ ; on fait ensuite le vide, puis on rétablit la pression en laissant pénétrer de la vapeur d'eau, que l'on porte ensuite à la température de 130 degrés pendant dix minutes.

Les bouchons ainsi traités sont toujours stériles et ne donnent plus de mauvais goût.

A. B.

BIBLIOGRAPHIE

Revue des principales publications techniques.

AÉRONAUTIQUE

Les progrès de l'aviation depuis 1891 par le vol plané. — Sous ce titre, M. le capitaine d'artillerie FERBER a publié, dans la *Revue d'Artillerie* du mois de mars, un historique des essais d'aviation dans la voie ouverte par l'Allemand O. Lilienthal ; c'est d'ailleurs la seule où il ait été donné d'obtenir de bons résultats jusqu'ici⁽²⁾. Le moment semble venu où ce mode de locomotion aérienne cesse d'être utopique, grâce aux expériences américaines de M. O. Chanute et de ses continuateurs, les frères Wright. D'autre part, nul mieux que le capitaine Ferber n'est qualifié pour parler de ces expériences, car l'on sait que cet officier a construit et essayé lui-même plusieurs appareils d'aviation.

Le capitaine Ferber, comme ses émules d'Amérique, procède de Lilienthal. On peut concevoir d'autre sorte la solution du problème ; mais leurs essais ont tout au moins le mérite de la continuité, condition nécessaire du progrès.

Dans l'étude ainsi consacrée aux appareils de planement, l'auteur en suit pas à pas l'enchaînement. Il décrit tout d'abord avec assez de détails les tentatives de Lilienthal qui a eu le grand mérite de procéder méthodiquement en cherchant à résoudre la question vitale de l'équilibre avant d'aller plus loin et d'essayer de doter son appareil d'un propulseur mu mécaniquement. Cette méthode progressive est la bonne, et si, après 2 000 glissades heureuses dans l'air, les expériences de Lilienthal ont abouti à une déplorable catastrophe, en 1896, il convient d'observer que ce malheureux novateur a été surtout victime d'une imprudence fatale, puisqu'il avait constaté lui-même que certaines attaches étaient en mauvais état.

Marchant sur ses traces, l'Anglais Pilcher innova quant au mode de départ : il s'équipait en cerf-volant et ne lâchait la remorque que lorsque la vitesse avait déterminé une réaction assez grande pour soutenir son appareil. Une bourrasque le précipita sur le sol où il se tua, avant que ses essais eussent donné des résultats concluants.

(1) Voir le *Génie Civil*, t. XLIV, n° 25, p. 402. (*Comptes rendus de l'Académie des Sciences.*)

(2) Voir le *Génie Civil*, t. XXI, n° 3, p. 43 ; t. XXIV, n° 8, p. 279 ; t. XXV, n° 22, p. 343 ; t. XXXVI, n° 17, p. 264 ; n° 18, p. 278 ; n° 19, p. 298, et t. XLIV, n° 4, p. 9.

Plus heureux et surtout plus prudent que ses devanciers, M. O. Chanute transforma fort heureusement les appareils, avec lesquels, dans leur forme la plus simple, M. Herring d'abord, et les frères Wright ensuite, poursuivirent des essais fructueux. Les résultats sont palpables : En 1900, avec 15 mètres carrés de surface, ils ne font que quelques glissades ; mais en 1901, avec 27 mètres carrés, ils en font plusieurs centaines atteignant 50 mètres. En 1902, avec 28 mètres carrés, ils franchissent quelquefois 300 mètres. Ils ont réduit à 6 degrés l'angle d'inclinaison des plans sustentateurs et se risquent à abandonner la ligne droite pour décrire des quarts de cercle. En 1903 ils planent, non plus seulement en descendant constamment, mais en profitant des rafales, comme certains oiseaux planeurs, pour se relever un moment.

Il reste à aborder le second point du problème et à doter l'appareil d'une vitesse propre qui lui permette de se maintenir à niveau et même de s'élever. Le 17 décembre 1903, les frères Wright ont commencé, dans ce sens, des épreuves encourageantes.

En France, il y a fort peu de temps qu'on s'occupe d'expériences analogues ; mais, dès à présent, beaucoup d'énergies enthousiastes sont orientées vers ce problème. Le capitaine Ferber est un des premiers qui se soient engagés dans cette voie, avant même de connaître les travaux des Américains.

Il décrit, dans la dernière partie de son étude, ses essais personnels et l'outillage d'un aérodrome tel qu'il l'a conçu pour poursuivre des expériences méthodiques.

AUTOMOBILES

Les pompes à incendie automobiles, à Berlin. — Le *Zentralblatt der Bauverwaltung*, du 14 mai, décrit les essais assez peu fructueux poursuivis à Berlin, depuis 1901, pour l'emploi de pompes à incendie automobiles. Une pompe électrique n'a pas pu faire un bon service à cause de l'irrégularité de ses accumulateurs ; la stabilité et la facilité de direction dans les rues asphaltées laissaient aussi à désirer. Une pompe à vapeur n'a eu également qu'un demi-succès.

Il semble pourtant que les résultats déjà obtenus à Paris⁽¹⁾, à Hanovre⁽²⁾ et dans bien d'autres grandes villes d'Europe et d'Amérique, montrent que ces obstacles ne sont pas insurmontables.

ÉLECTRICITÉ

Convertisseurs de fréquence. — La ville de Montréal est alimentée d'énergie électrique par trois usines fonctionnant à trois fréquences différentes (66, 60 et 30). Au moment de la réunion des trois entreprises, on a adopté une fréquence uniforme (63), ce qui a conduit à l'emploi de transformateurs de fréquence.

L'*Electrical World*, du 13 février, décrit ces machines, dont cinq groupes sont installés à la sous-station de Maisonneuve. Chacun des convertisseurs est formé d'un moteur synchrone alimenté à 2 300 volts triphasés, fréquence 30, actionnant un alternateur fournissant aussi du courant triphasé à 2 300 volts, mais à la fréquence 60. La puissance fournie à cette fréquence est de 1 068 kilowatts sur circuit non inductif. La vitesse est de 450 tours. Le moteur a huit pôles et l'alternateur seize pôles. Les inducts sont fixes. En raison de leur grande vitesse périphérique (40 mètres par seconde), les inducteurs sont particulièrement soignés au point de vue mécanique.

Une dynamo à courant continu (75 kilowatts), montée en bout d'arbre, sert à la fois au démarrage et à l'excitation. Le rendement atteint 91 %.

L'accouplement de ces convertisseurs en parallèle présente une particularité. Les moteurs tournant synchroniquement (et par suite les génératrices), il faut, avant l'accouplement, exciter la génératrice à accoupler avec le courant correspondant à la marche en charge, et, par suite, accoupler les deux machines pendant que leurs voltages sont inégaux.

Lampe rotative à vapeur de mercure. — M. Henrich PAWECK décrit, dans la *Zeitschrift für Elektrochemie*, une lampe à vapeur de mercure qu'il a construite en 1899-1900, et qu'il considère comme la première lampe à allumage automatique qui ait été faite.

Elle se compose d'un tube horizontal en verre, recourbé légèrement vers le haut à ses deux extré-

(1) Voir le *Génie Civil*, t. XLIV, n° 14, p. 213.

(2) Voir le *Génie Civil*, t. XLIV, n° 13, p. 210.

(1) Voir le *Génie Civil*, t. XLV, n° 3, p. 46. (*Comptes rendus de l'Académie des Sciences.*)

mités, et pouvant tourner autour d'un axe vertical qui passe par son milieu. Ce tube contient deux électrodes de platine, réunies, à l'état de repos, par du mercure qui se rassemble alors au milieu du tube. Deux godets à mercure servent à transmettre le courant pendant la rotation, laquelle est donnée par un petit moteur électrique. La mise en circuit de la lampe provoque en même temps le démarrage de ce moteur; la rotation du tube chasse le mercure aux deux extrémités, et l'arc se forme.

Le tube ayant 15 centimètres de longueur et 1^{cm} 5 de diamètre, la lampe absorbe 3 ampères sous 20 volts. Il suffit d'une faible vitesse de rotation; en cas de rupture du tube, les projections de mercure sont donc sans danger.

L'article est accompagné d'un historique de l'arc du mercure, et de divers détails sur les dispositifs d'allumage.

L'emploi des condensateurs pour la mesure des courants alternatifs. — Dans l'*Elektrotechnische Zeitschrift*, du 24 mars, M. W. PEUKERT rappelle les divers travaux qui ont déjà été faits en vue de combiner les voltmètres électrostatiques avec les condensateurs, pour la mesure des forces électromotrices alternatives.

En mettant en série un certain nombre de condensateurs sur la force électromotrice à mesurer, on peut, la capacité des condensateurs restant inconnue, déterminer cette force électromotrice, en mesurant les tensions successives aux bornes des condensateurs. Si ceux-ci sont égaux, il suffit de faire la mesure sur un seul. La capacité de l'appareil de mesure doit, bien entendu, rester négligeable vis-à-vis de celle des condensateurs.

On peut encore intercaler un condensateur en série avec le voltmètre. En choisissant un condensateur à lame d'air, la capacité est indépendante de la fréquence. Si C_1 est la capacité du condensateur, C_2 celle du voltmètre, E la force électromotrice à mesurer, e_2 celle lue au voltmètre, on a :

$$E = \frac{C_1 + C_2}{C_1} e_2.$$

En variant C_1 , on peut changer la portée de l'appareil. Or, un condensateur à air, à armatures mobiles, permet facilement cette variation, la capacité étant, entre certaines limites, inversement proportionnelle à la distance des armatures.

La capacité du voltmètre est, en général, variable avec la déviation. L'auteur indique une méthode pour la mesure de cette faible capacité, et publie une courbe indiquant la façon dont elle varie avec la déviation dans un voltmètre multicellulaire.

MÉCANIQUE

Calcul des contrepoids dans les locomotives à deux, trois ou quatre cylindres. — M. KEMPF étudie, dans les *Annalen für Geberbe und Bauwesen*, des 1^{er} et 15 mai, les mouvements perturbateurs dans les châssis des locomotives, et la détermination des contrepoids d'équilibrage.

Il calcule successivement les valeurs de ces efforts et la grandeur de ces contrepoids pour : une machine d'express à deux cylindres extérieurs et 2/4 essieux couplés; une machine analogue, à cylindres intérieurs; deux machines à trois cylindres, à 2/6 essieux couplés, avec différents calages de manivelles; enfin, une machine à quatre cylindres et 2/5 essieux couplés.

MÉTALLURGIE

Influence de la vitesse de refroidissement sur la microstructure des métaux et alliages. — On sait que, lorsqu'un métal ou un alliage fondus atteignent lentement leur point de solidification, les éléments constituants sont de dimensions relativement grandes, comparées à celles qu'ils présenteraient si la vitesse de refroidissement avait été plus grande. La nature et la constitution des divers composants changent également. C'est une étude de l'ensemble de ces modifications que donne M. W. CAMPBELL, dans l'*Iron Age*, du 21 avril.

Il passe d'abord en revue le fer, l'acier et la fonte blanche, reproduit et commente le diagramme de Roosenboom, donnant la constitution de ces métaux, en fonction de leur teneur en carbone et de la température; puis il fait le même travail pour les alliages de cuivre et d'étain, dans lesquels on trouve trois composés bien définis : SnCu_4 , SnCu_3 , SnCu , et reproduit des microphotographies montrant l'aspect présenté par les alliages quand un de ces trois

constituants domine, et quand on fait varier la vitesse de refroidissement.

Un travail analogue est présenté pour les alliages de cuivre et d'aluminium, dans lesquels on peut reconnaître les combinaisons définies : Al_3Cu , AlCu , AlCu_2 .

La soudure des tôles. — M. FINKE étudie, dans la *Zeitschrift des Vereines deutscher Ingenieure*, du 2 avril, les procédés employés pour la soudure des tôles, opération qui naguère constituait une sorte de tour de main réservé à certaines usines. On obtient aujourd'hui des tubes de tôle, sans rivets, de 0^m 30 de diamètre, qui conviennent bien aux canalisations de vapeur à haute pression.

La matière première est la tôle, relativement douce, sortant des aciéries Martin ou Thomas. La réunion des pièces en regard a lieu par recouvrement ou par couvre-joint, ou par sertissage d'un cercle métallique sur les pièces chanfreinées et juxtaposées bout à bout.

La soudure peut se faire au coke, ou au gaz, ou électriquement. La résistance de la soudure est presque égale à celle de la tôle même.

Les avantages de la soudure sont, outre l'économie de matière, l'obtention de surfaces lisses et la permanence de l'étanchéité. D'après l'auteur, la rouille n'est pas à craindre, et il cite à ce sujet des exemples de conduites en fer qui sont en service depuis plus de vingt ans.

PHYSIQUE INDUSTRIELLE

La conduite des chaudières fixes. — Dans l'*Engineer*, du 15 avril, M. R. T. COOKE étudie comment doivent être satisfaites les conditions qu'exige la conduite des générateurs modernes. L'auteur se place uniquement à un point de vue pratique et donne les résultats de sa propre expérience en ce qui concerne les chaudières perfectionnées ou non soumises à des conditions de travail très dures, en se proposant de déterminer simplement comment on peut atteindre le maximum de rendement et le minimum de fumée, car la production de celle-ci tend de plus en plus à être interdite par les municipalités.

TRAMWAYS

Les ateliers de réparation de la Pacific Electric Railway Co. — Le *Street Railway*, du 19 mars, décrit les ateliers de cette Compagnie de tramways, qui, loin des centres de production du matériel, a dû s'outiller pour faire face à toutes les éventualités. Ces ateliers, situés à Los Angeles, occupent 400 hommes.

L'atelier de réparation des voitures forme une construction de 110 mètres de longueur, 30 mètres de largeur et 6^m 70 de hauteur, dont une partie est affectée aux réparations d'induits. L'atelier de peinture a 90 mètres de longueur et 30 mètres de largeur. Les ateliers de caisses, de machines-outils, salle de chaudières, magasin à bois, atelier d'ébénisterie, magasin à huile, sont répartis dans le reste des constructions.

Les voitures sont amenées aux ateliers par un transbordeur à quatre roues, de 18 mètres de longueur et 265 mètres de course.

Les réparations de peu d'importance se font sur place; la voiture n'est démontée qu'en cas de réparation générale, et les diverses parties sont alors envoyées aux ateliers spéciaux.

A 1^m 30 au-dessous du plancher en bois et du niveau des voies, l'atelier principal comporte une aire en béton, sur laquelle circulent les chariots qui servent au transport et au démontage des moteurs.

L'atelier de réparation des induits est complété par une étuve à chauffage électrique. L'atelier des machines-outils contient une cinquantaine de machines, commandées électriquement par groupes. La forge est outillée pour fabriquer des essieux, et peut en produire seize par jour. Les ressorts des trucks, tous les boulons et écrous, etc., y sont également fabriqués.

La Compagnie n'a pas de fonderie, mais elle occupe cinq des fonderies de la ville; elle a un atelier de modelage commun avec l'ébénisterie. Elle a également un atelier de polissage et de nickelage, dont la principale raison d'être réside dans la perte de temps que nécessite l'envoi des pièces au dehors.

L'article se termine par quelques renseignements sur les méthodes générales de travail; il contient des modèles de divers imprimés employés aux ateliers.

Ouvrages récemment parus.

Manuel pratique du monteur électricien (7^e édition), par J. LAFFARGUE, professeur à la Fédération des chauffeurs-mécaniciens et électriciens. — Un volume, petit in-8^o de 1 000 pages, avec 688 figures et une planche. — Bernard Tignol, éditeur, Paris, 1904. — Prix : relié, 10 francs.

Dans cette nouvelle édition (1) d'un ouvrage consacré par son utilité pratique, M. Laffargue développe la série de leçons qu'il a professées à la Fédération des chauffeurs-mécaniciens, et électriciens, où il suit de près les perfectionnements apportés dans la distribution et l'appareillage électrique.

La première partie de ce manuel est consacrée à un exposé très simple des sources d'énergie électrique, à la description sommaire de nombreux types de dynamos et d'alternateurs, aux appareils de mesure et de réglage, aux interrupteurs, commutateurs, coupe-circuits, dont le maniement judicieux est si essentiel à l'ouvrier monteur.

L'auteur étudie ensuite la distribution par courant continu, alternatif, polyphasé, par systèmes mixtes, l'installation d'une usine génératrice et son exploitation, le rôle et la constitution des canalisations extérieures et des installations intérieures, le fonctionnement des compteurs, enfin les lampes et les moteurs des types industriels les plus répandus.

M. Laffargue termine en passant en revue les nombreux accidents qui peuvent survenir : à l'usine, sur le réseau, chez les abonnés; il résume les instructions pratiques utiles aux électriciens et décrit rapidement quelques grandes usines électriques de la région parisienne.

Un appendice renferme les règlements concernant les installations à Paris, et un manuel d'instruction par demandes et réponses destiné aux ouvriers.

Les Méthodes modernes de paiement des salaires, par Julien IZART, Ingénieur civil des Mines. — Une brochure in-8^o de 60 pages, avec 15 illustrations. — Vve Dunod, éditeur, Paris, 1904. — Prix : 2 francs.

Le but de cette étude pratique est de démontrer à l'industriel, par une critique raisonnée des différents modes de rémunération usités, lequel convient le mieux à son industrie.

Le salaire étant le lien inévitable entre patron et ouvrier, il devra assurer au patron un prix de revient minimum et à l'ouvrier un salaire maximum. Le patron demandant un coût minimum par unité de production et l'ouvrier un gain maximum par unité de temps, l'auteur s'efforce de démontrer que ces conditions ne sont nullement incompatibles en étudiant : le paiement à l'heure ou à la journée; le paiement aux pièces; l'échelle mobile des salaires; le contrat de travail, individuel ou collectif; le « New England contract »; le contrat agricole; le métagage; les Associations ouvrières de production; les Sociétés de travail; la participation aux bénéfices; le « Share system » chez les marins; les systèmes à bonis sur la production; les systèmes à primes.

Un certain nombre d'exemples et un index bibliographique complètent cette étude didactique.

La règle à calcul (notions théoriques et applications pratiques), par A. JULLY, Inspecteur de l'enseignement manuel dans les écoles de la Ville de Paris. — Une brochure, petit in-8^o de 123 pages, avec 23 figures. — Bernard, éditeur, Paris, 1903. — Prix : 1 fr. 50.

La notice que publie M. Jully, à l'usage des élèves des écoles et des cours professionnels, contient les notions théoriques nécessaires à l'emploi de la règle à calcul. Elle permet de se servir facilement de la règle de Mannheim sans avoir étudié les logarithmes, et d'épargner ainsi beaucoup de temps pour exécuter des calculs longs et difficiles.

(1) Voir le *Génie Civil*, t. XLII, n° 24, p. 396.

LE GÉNIE CIVIL

REVUE GÉNÉRALE HEBDOMADAIRE DES INDUSTRIES FRANÇAISES ET ÉTRANGÈRES

Prix de l'abonnement par an. — Paris : 36 francs; — Départements : 38 francs; — Étranger et Colonies : 45 francs. — Le numéro : 1 franc.

Administration et Rédaction : 6, rue de la Chaussée-d'Antin, Paris.

SOMMAIRE. — **Physique industrielle** : Production et applications du froid artificiel. Fabrication industrielle de la glace (*planches VI et VII*), p. 89; F. COTTAREL. — **Mines** : Appareils de sécurité en usage dans les exploitations minières d'Autriche-Hongrie, p. 94; H. SCHMERBER. — **Mécanique** : Élévateur-transporteur électrique, p. 96; Joseph COSTA. — **Hygiène** : La lutte contre la poussière par l'arrosage des routes à la westrumite, p. 98; Docteur GUGLIELMINETTI. — **Variétés** : Le développement des chemins de

fer d'intérêt local en Prusse, p. 99; — Presse de forge hydraulique, à cylindre auxiliaire à vapeur, p. 99; — Indicateur de débit de vapeur, p. 100. — *Correspondance* : Pour l'histoire de l'aéronautique. A propos d'un livre récent de M. Santos-Dumont, p. 101; L-Colonel G. ESPITALIER. **SOCIÉTÉS SAVANTES ET INDUSTRIELLES** : Académie des Sciences (30 mai 1904), p. 102. — **BIBLIOGRAPHIE** : Revue des principales publications techniques, p. 102; — Ouvrages récemment parus, p. 104.

Planche VI : Fabrique de glace de Vérone.

Planche VII : Fabrique de glace d'Aix-en-Provence.

PHYSIQUE INDUSTRIELLE

PRODUCTION ET APPLICATIONS DU FROID ARTIFICIEL (1)

Fabrication industrielle de la glace.

(*Planches VI et VII.*)

La fabrication de la glace artificielle prend une extension de plus en plus grande depuis qu'on a constaté les dangers que peut présenter la

d'en consommer l'eau brute. Les règlements de l'hygiène de presque tous les pays prohibent, d'ailleurs, la vente de cette glace pour les besoins alimentaires. Malheureusement ces règlements sont souvent violés et des commerçants peu scrupuleux livrent sous le nom de glace alimentaire de la glace naturelle de provenance suspecte.

Une fabrique de glace se compose essentiellement :

- D'un compresseur;
- D'un condenseur liquéfacteur;
- D'un réfrigérant (congélateur, bac à glace);
- D'un bac de démoulage.



FIG. 1. — FABRIQUE DE GLACE DE VÉRONE : Vue de la conduite d'amenée de l'eau motrice.

glace naturelle. Le froid, en effet, ne tue pas les microorganismes que renferme l'eau, même lorsque la congélation s'opère à très basse température. Des bactéries typhiques, maintenues pendant vingt heures à — 190 degrés, température de l'air liquide, et à — 250 degrés, température de l'hydrogène liquide, ont repris toute leur vigueur une fois revenues à la température ordinaire.

Il est donc aussi imprudent et anti-hygiénique de consommer de la glace naturelle recueillie sur les lacs, étangs, mares ou rivières, que

Nous avons parlé, dans les articles précédents, des compresseurs et des condenseurs, et nous ne reviendrons pas sur leur description.

Le *bac à glace* est constitué le plus souvent par une cuve rectangulaire, séparée en deux parties par un double fond horizontal. Les serpentins du réfrigérant-évaporateur sont disposés à la partie inférieure et on place au-dessus les moules ou mouleaux qui contiennent l'eau à congeler. La solution de chlorure de sodium ou de calcium est contrainte de circuler autour des serpentins, puis des mouleaux, par l'action combinée d'une hélice agitatrice et de deux cloisons verticales situées à peu de distance des parois extrêmes du bac.

(1) Voir le *Génie Civil*, t. XLV, n° 3, p. 37; n° 4, p. 37, et n° 5, p. 73.

Les mouleaux sont en tôle d'acier galvanisée; leurs dimensions doivent être soigneusement étudiées car, d'une part, les déperditions de froid sont variables avec les surfaces exposées à l'air et la transmission du froid est proportionnelle à la surface du mouleau en contact avec le liquide incongelable; mais, d'autre part, la fusion superficielle du bloc de glace pendant le démoulage et le transport est aussi proportionnelle à cette surface, de telle sorte qu'il convient d'adopter un rapport qui concilie ces deux conditions contradictoires. La pratique a indiqué que les dimensions les plus avantageuses étaient celles des blocs dont le rapport de la surface de refroidissement au volume du bloc variait de 29 à 35.

On fabrique généralement des blocs de 12^{kg} 5, 25, 33 et 50 kilogr. La durée de congélation est sensiblement proportionnelle au poids : les blocs de 25 kilogr. exigent trente heures, et ceux de 12^{kg} 5 de douze à quinze heures de séjour dans le congélateur.

Les mouleaux sont réunis par séries de 5, 10 ou 20 sur des châssis métalliques munis à chaque extrémité d'un fort crochet permettant, au moyen d'un treuil mobile, de retirer d'un seul coup une rangée de

moulage la vapeur nécessaire pour maintenir l'eau à 50 degrés environ.

Au sortir du bac à eau chaude, les mouleaux sont basculés, les blocs de glace glissent sur un plan incliné et se réunissent sur la table de démoulage d'où ils sont ensuite repris pour être empilés dans les réserves.

Il va sans dire que le bac à glace doit être parfaitement isolé sur ses parois verticales et tout particulièrement sur son fond, car c'est par la partie inférieure que se produisent les plus grandes déperditions de froid. Lorsque le tuyau d'aspiration a quelque longueur, il est bon également de le protéger contre la chaleur ambiante.

La glace artificielle est toujours opaque si l'on n'emploie aucun artifice pour la produire *transparente*.

Les causes de l'opacité de la glace sont mal définies. Nombre d'auteurs, pour plus de simplicité, incriminent, sans autre justification, la présence de l'air emprisonné par les cristaux de glace pendant leur formation. Cependant nous avons obtenu de la glace opaque avec de l'eau parfaitement privée d'air et, par contre, nous avons pro-

A, épurateur de vapeur; — a, échappement de la machine à vapeur; — b, arrivée de vapeur à l'épurateur; — c, arrivée de vapeur au bouilleur; — d, purge d'huile de l'épurateur; — e, communication d'eau (chargée d'huile) entre le bouilleur et l'épurateur; — f, vapeur épurée allant au condenseur.

B, condenseur de vapeur; — g, purge d'huile; — h, aspiration de la pompe à air; — i, échappement d'air; — j, indicateur de vide; — k, sortie d'eau distillée du condenseur; — l, thermomètre; — m, tubulure de nettoyage; — n et o, arrivée et sortie de l'eau de circulation du condenseur.

C, bouilleur d'eau distillée; — p, niveau d'eau distillée du bouilleur; — q, purge d'huile; — r, sortie d'eau distillée du bouilleur allant au refroidisseur; — s, vidange.

D, refroidisseur d'eau distillée; — t, thermomètre; — u, tubulure de nettoyage; — v, sortie d'eau distillée; — x et y, flotteur et obturateur réglant le débit; — z, prise d'eau distillée pour le remplissage des mouleaux; — a' et b', arrivée et sortie d'eau de circulation.

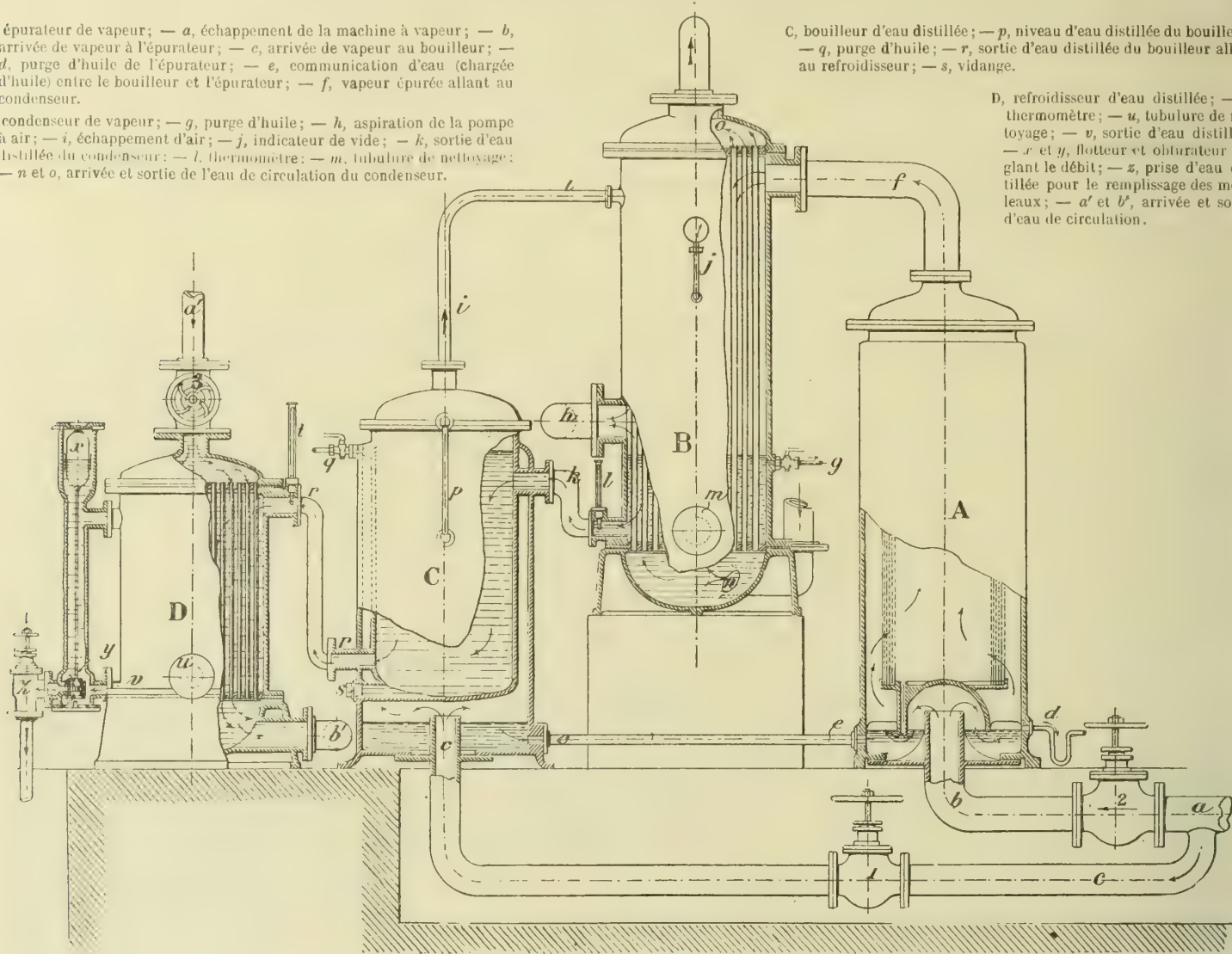


Fig. 2. — Schéma d'une installation pour la fabrication de la glace, à Venise (système de Stoppani).

mouleaux lorsque la congélation est achevée. Souvent les bacs à glace portent, à la partie supérieure de leurs parois longitudinales, des galets sur lesquels viennent reposer les châssis porte-mouleaux : lorsqu'on retire le premier châssis pour le démouler, on fait avancer d'un rang tous les autres au moyen de deux crémaillères agissant sur le dernier; en retirant ensuite les crémaillères, on fait place au châssis qui porte les mouleaux dont on a extrait la glace et qu'on vient de remplir d'eau à congeler.

Bien qu'on ait eu soin de donner aux mouleaux la forme d'un tronc de pyramide, la glace adhère si fortement aux parois qu'il est nécessaire, pour l'extraire, de provoquer sur toute la surface extérieure du bloc la fusion d'une mince épaisseur de glace. A cet effet, les mouleaux sont plongés dans le bac de démoulage qui contient de l'eau chaude. Cette eau pourrait provenir du condenseur-liquéfacteur, mais le réchauffage du métal et la fusion de la mince couche de glace exigent, en un court espace de temps, un assez grand nombre de calories (facile à calculer, sachant que la chaleur spécifique de la glace est 0,5 et celle du métal des mouleaux 0,12); il est préférable, dans les installations de quelque importance, d'envoyer au bac de dé-

duit, en collaboration avec M. A. Papin, Ingénieur des Arts et Manufactures, de la glace parfaitement transparente en insufflant de l'air sous pression pendant la congélation. Le phénomène est donc beaucoup plus complexe qu'on ne l'admet généralement, et nous estimons que la présence de l'air et des sels n'est pas seule en cause.

Quoi qu'il en soit, la consommation exige de plus en plus de la glace transparente, et la glace opaque n'est adoptée que dans certains cas de réfrigération.

On emploie principalement deux procédés pour obtenir la transparence de la glace : on agite l'eau à congeler pendant la plus grande partie de l'opération, ou on congèle lentement de l'eau préalablement distillée.

L'agitation de l'eau peut être réalisée de différentes manières, soit en faisant osciller le vase qui contient l'eau, soit en agitant celle-ci.

Le moyen le plus fréquemment adopté est l'agitation de l'eau à congeler par des palettes métalliques galvanisées; ces palettes sont fixées à une barre transversale qui repose sur deux fers à U formant deux côtés d'une sorte de parallélogramme articulé; si l'on imprime un mouvement de va-et-vient transversal à ce parallélogramme ou cadre,

FABRIQUE DE GLACE DE VÉRONNE

Fig.1. Élévation du Bac à glace

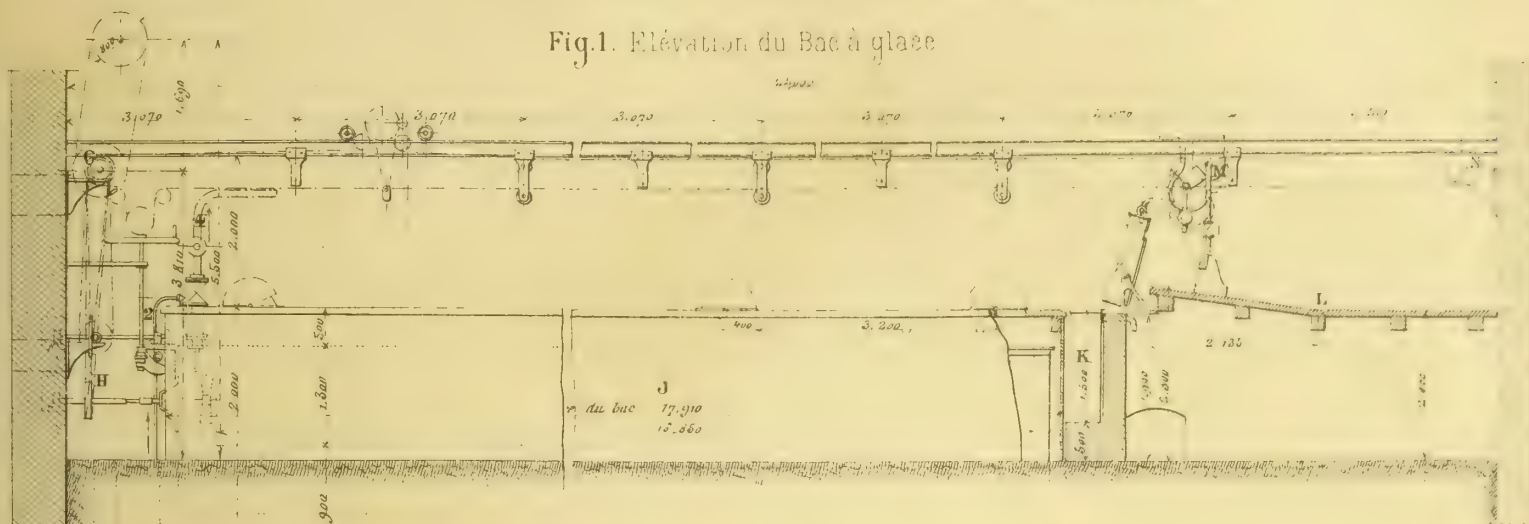
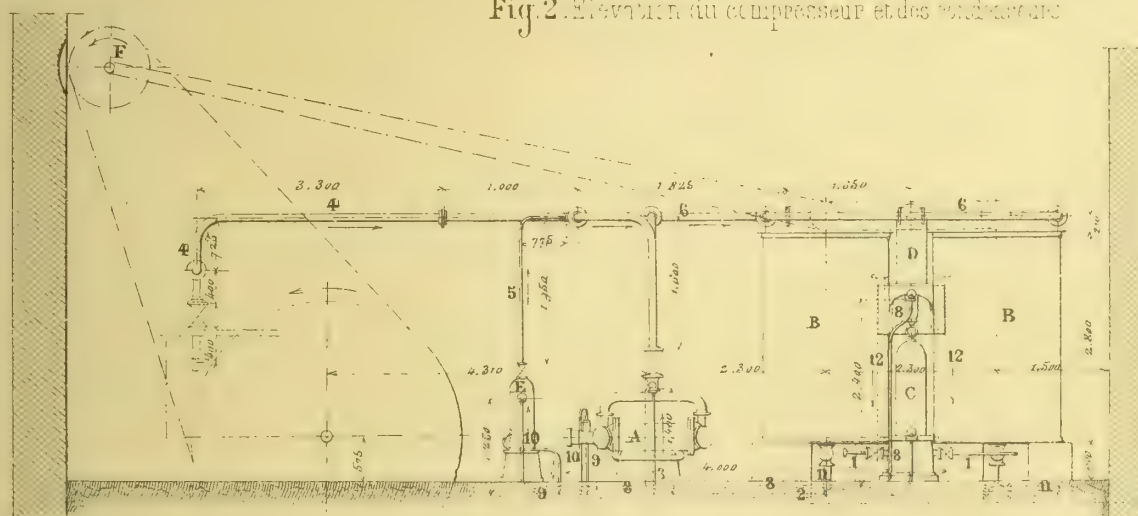
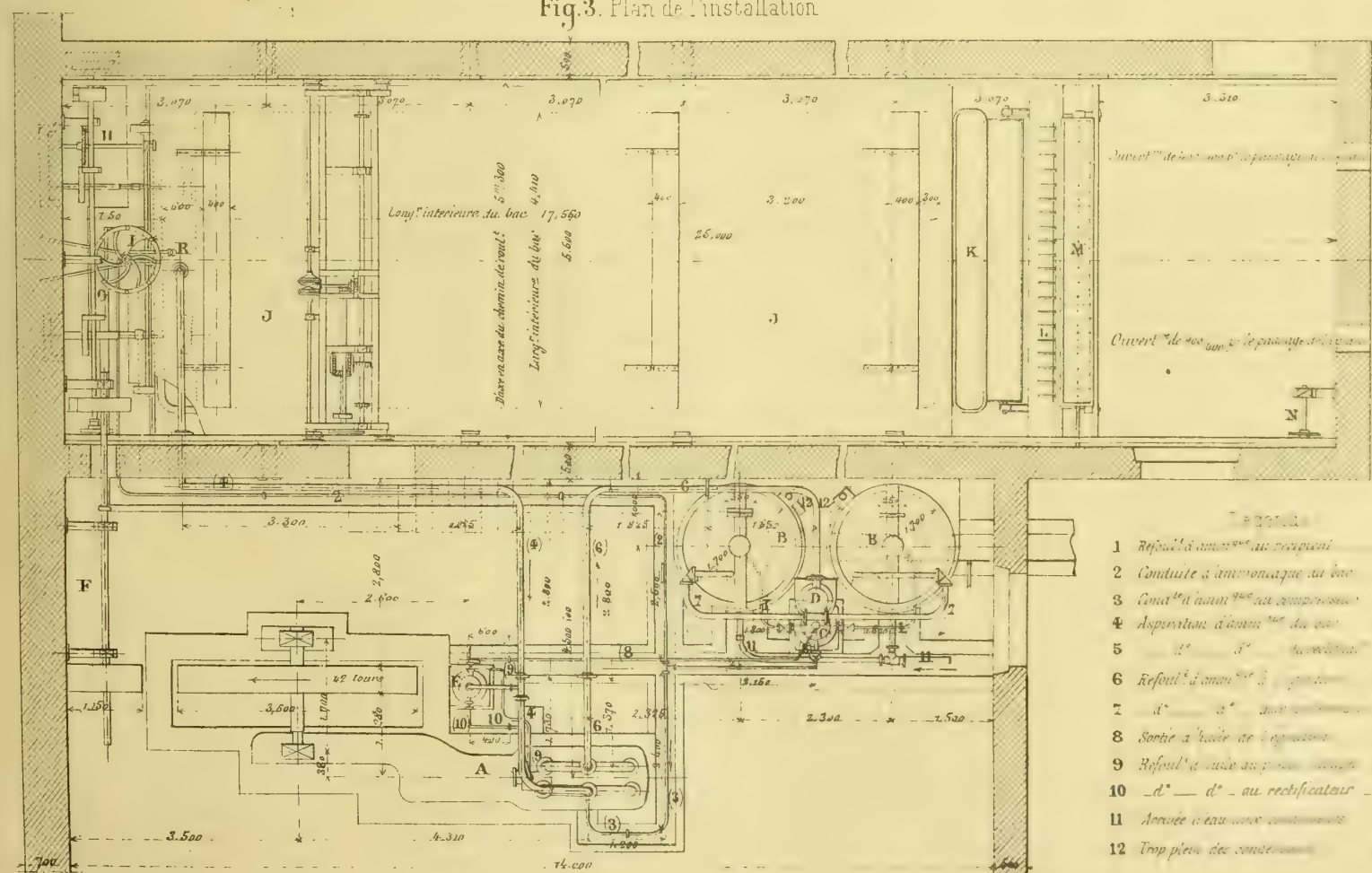


Fig.2.Élevation du compresseur et des condenseurs



- A Compresseur d'air^h
B Condenseur
C Récipient d'accumulation
D Éjecteur
E Rectificateur
F Transmission principale
G Transmission intermédiaire
H Mouvement d'agitation de l'eau les moments
I Mouvement d'ascension des matières
J Bue à pare
K Bue à eau chaude
L Table de séchage
M Bue de remplissage des machines
N Transmission de roues de bois au moulin
R Rouet de jauge de l'ajustement de bois

Fig.3. Plan de l'installation



- | | | |
|----|---|------|
| 1 | Refoulement ^{1^{er}} au compresseur | 30 s |
| 2 | Conduite à l'amortisseur au bar | 10 s |
| 3 | Conduite à l'arrêt ^{2nd} au compresseur | 5 s |
| 4 | Aspiration d'air ^{3rd} du bar | 10 s |
| 5 | d° d° à l'arrêt | 10 s |
| 6 | Refoulement ^{4th} à l'arrêt | 10 s |
| 7 | d° d° à l'arrêt | 60 s |
| 8 | Sortie à l'aide de l'éjecteur | 10 s |
| 9 | Refoulement au point d'arrêt | 10 s |
| 10 | d° d° au rectificateur | 25 s |
| 11 | Arrivée à l'eau dans le réservoir | 10 s |
| 12 | Temps plein des conduites | 30 s |

FABRIQUE DE GLACE D'AIX-EN-PROVENCE

Fig.1. Vue en plan

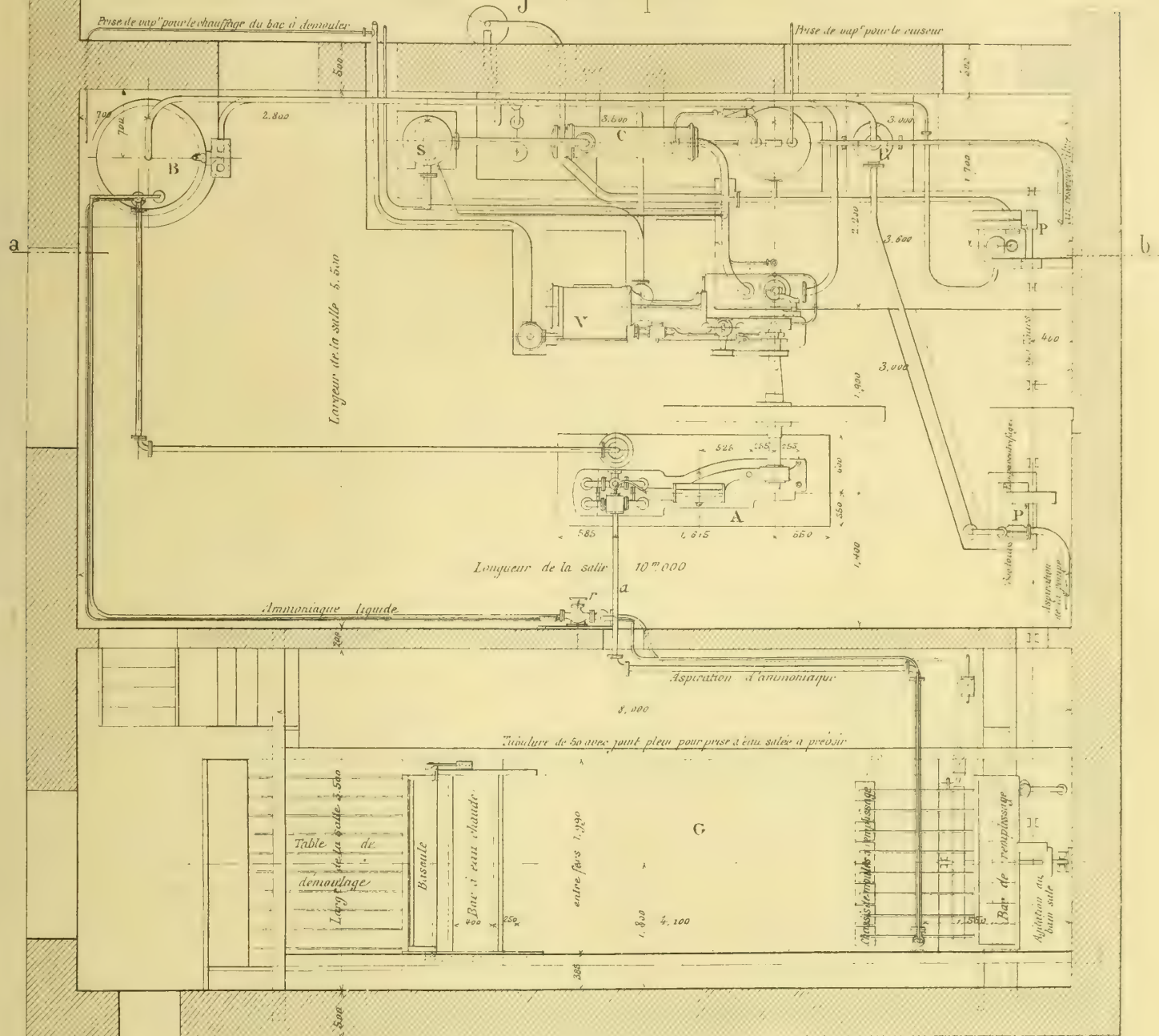
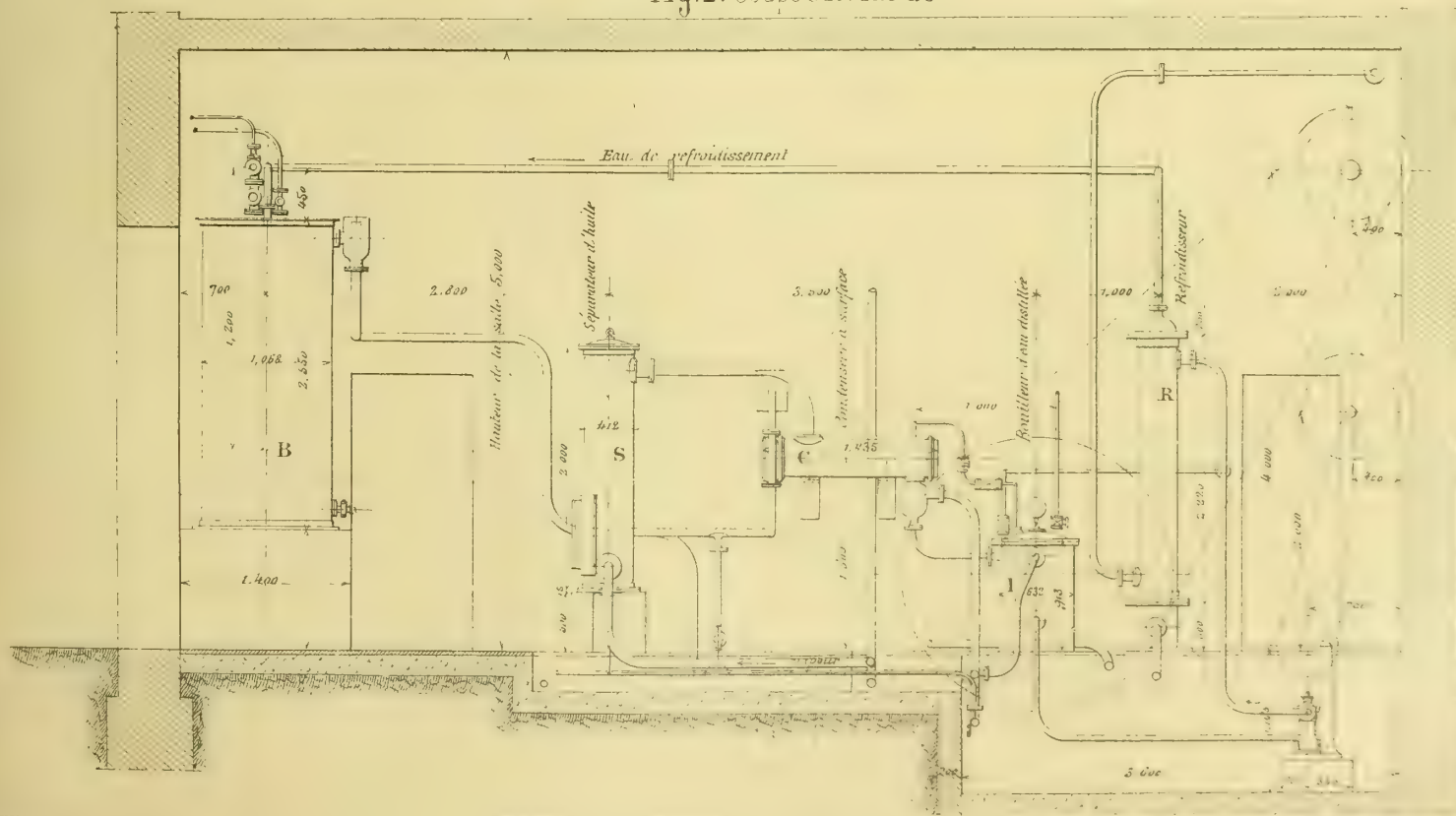


Fig.2. Coupe suivant ab



les palettes seront animées du même mouvement et produiront une certaine agitation de l'eau. On conçoit que l'amplitude du mouvement soit variable suivant la distance du point fixe des fers en U à la file de palettes considérée; et cela est nécessaire, car à mesure que la congélation progresse, l'espace libre dans lequel se meut la palette diminue. En inclinant les deux côtés longitudinaux du parallélogramme, on diminuerait automatiquement la longueur immergée de la palette chaque fois qu'on ferait avancer les châssis de mouleaux vers la sortie, mais cela obligerait à disposer le plancher à une trop grande hauteur au-dessus du bac.

On préfère généralement avoir un jeu de palettes de trois ou quatre longueurs différentes que l'on retire au moment voulu; lorsque la congélation a envahi les deux tiers du mouleau, on enlève les agitateurs; la zone centrale, le cœur du bloc, comme on dit, se prend alors en glace opaque et renferme la plus grande partie des sels contenus dans l'eau. L'habileté du constructeur consiste à réduire au minimum ce noyau opaque.

La glace transparente par l'agitation a toutes les qualités mais aussi tous les défauts de l'eau que l'on a solidifiée, car l'agitation ne produit aucune épuration appréciable, si ce n'est la précipitation des matières en suspension et la concentration des sels dans le noyau opaque.

Si l'on veut obtenir de la glace stérile, chimiquement et bactériologiquement pure, il faut congeler de l'eau préalablement distillée.

Cette solution se présente à l'esprit tout naturellement lorsqu'on dispose d'un moteur à vapeur pour actionner le compresseur. M. de Stoppani l'a réalisée parfaitement par les appareils de la figure 2,

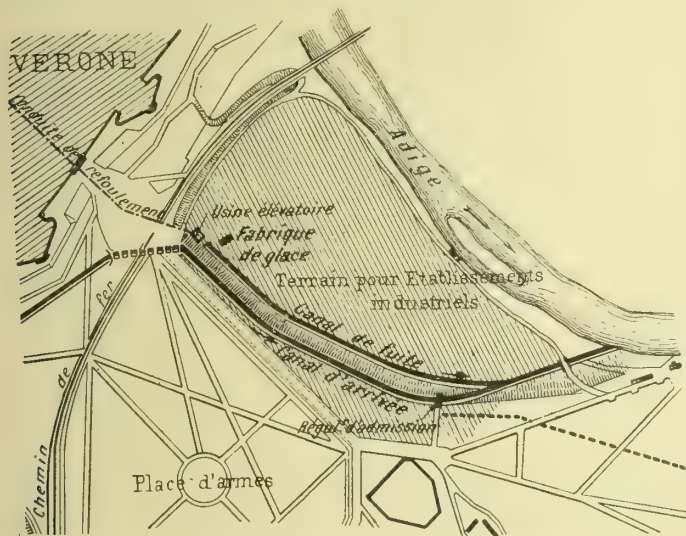


FIG. 3. — Extrémité du canal industriel de Vérone.

dans une installation faite à Venise. La vapeur d'échappement du moteur arrive dans un cylindre A muni de tôles perforées sur lesquelles ruisselleront les matières grasses entraînées; la vapeur ainsi purifiée se liquéfie dans un condenseur à surface B et l'eau de condensation est rebouillie dans le vide dans l'appareil C afin de dégager les dernières bulles d'air; on la refroidit ensuite en D et, après avoir traversé des filtres à éponges et à noir animal qui retiennent les dernières impuretés, cette eau est envoyée dans le bac de remplissage des mouleaux où on la refroidit à $+5$ degrés environ, par détente directe ou par circulation de liquide incongelable.

Lorsque la machine à vapeur sert exclusivement à actionner le compresseur de la fabrique de glace, la quantité de vapeur n'est pas suffisante pour fournir assez d'eau distillée. On supplée au déficit en installant des appareils à distiller économiquement, analogues à ceux qu'on emploie en sucrerie et en distillerie, ou simplement des échangeurs de température.

Le nombre de frigories qu'il faut produire pour fabriquer 1 kilogr. de glace est variable suivant la température de l'eau et le soin apporté à éviter les déperditions.

Le passage de l'état liquide à l'état solide absorbe toujours 80 frigories; à ce nombre il faut ajouter les frigories nécessaires pour abaisser la température de l'eau à 0 degré et la température de la glace à celle où s'opère la congélation, en tenant compte de la chaleur spécifique de la glace, égale à 0,5. Par suite, avec de l'eau à $+17$ degrés et un bain incongelable maintenu à -6 degrés, il faut, pour congeler 1 kilogr. d'eau :

$$17 + 80 + 6 \times 0,5 = 100 \text{ frigories.}$$

En outre, il est nécessaire de compenser par une plus grande production les pertes de froid, de glace par conséquent, résultant du rayonnement des surfaces refroidies, de la fusion de la glace au démoulage, et du refroidissement des mouleaux et châssis.

Ces pertes nécessitent un surcroît de froid qu'on évalue à 15 ou 17 %.

théoriquement, mais qui atteint, en réalité, 20 à 25 % dans la plupart des installations.

Il faut donc tabler sur 125 frigories en moyenne pour produire 1 kilogr. de glace dans les conditions indiquées ci-dessus.

En fin de compte, si l'on fait entrer en ligne la force absorbée par les différentes pompes de l'installation, par les agitateurs de l'eau dans les mouleaux, par le chariot roulant qui opère l'extraction, par le bac de démoulage, par l'hélice agitatrice du congélateur et les palettes du condenseur, la production de glace ne dépassera pas 15 à 20 kilogr. par cheval-heure effectif.

Le *Génie Civil* a déjà donné ⁽¹⁾ la description de l'usine à glace de la rue Rouelle, appartenant à la Société des Glacières de Paris. Cette usine comportait quatre machines Carré à absorption devant fournir chacune 620 kilogr. de glace à l'heure. Le rendement de ces appareils fut médiocre, atteignant à peine 370 kilogr. et la Société des Glacières consacra ses efforts à la création ultérieure et au développement d'usines comportant exclusivement des machines à compression, en laissant presque inutilisées les machines à affinité de la rue Rouelle.

Toutefois on a appliqué dernièrement à ces appareils les récents perfectionnements que nous avons indiqués dans la description des machines de MM. Hignette et C^{ie} ⁽²⁾, mais les résultats de récentes expériences ⁽³⁾ établissent nettement que si les perfectionnements ont amélioré le rendement primitif, la supériorité des machines à gaz liquéfiables demeure incontestable.

La fabrique de glace de Cannes, décrite dans le *Génie Civil* ⁽⁴⁾, est également pourvue de machines à affinité.

Nous allons maintenant donner la description de deux usines comportant des machines à gaz liquéfiables, fabriquant de la glace trans-

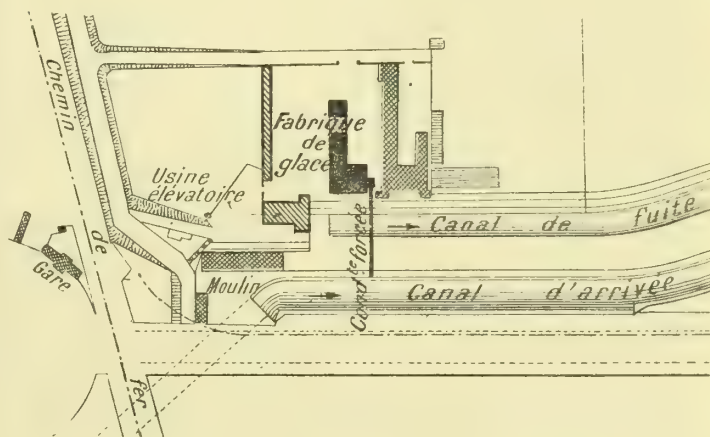


FIG. 4. — Plan de situation de la fabrique de glace de Vérone.

parente : l'une, par le moyen de l'agitation de l'eau dans les mouleaux; l'autre, par la congélation d'eau distillée provenant de la condensation de la vapeur d'échappement du moteur.

Fabrique de glace de Vérone. — Cette fabrique a été construite par la Compagnie générale des Eaux pour l'Étranger, qui exploite en même temps la distribution d'eau de la ville de Vérone.

Elle est située près de l'usine élévatrice des eaux, dans une dépression de terrain appelée « Basso Acquar » dont l'altitude moyenne est de 12 mètres environ inférieure à celle du sol de la ville dans le voisinage, mais supérieure de 6 mètres au niveau d'étiage et de 1 mètre à celui des hautes eaux de l'Adige qui coule à proximité (fig. 3).

La situation remarquable de cette plaine de 25 hectares, à l'aval d'un S que forme ce fleuve, dont le débit est toujours considérable, suggéra l'idée de créer un centre industriel à Vérone par l'établissement d'un canal de force motrice. Ce canal, exécuté en 1884, débite de 26 à 33 mètres cubes d'eau par seconde; la chute utilisable est de 9 mètres environ et la force disponible varie de 3 000 à 4 000 chevaux; après son passage dans les moteurs hydrauliques, l'eau retourne à l'Adige par un canal de fuite parallèle et contigu au canal d'aménée.

Actuellement, ce canal fournit la force motrice nécessaire à l'usine élévatrice des eaux, à un moulin à cylindres, à un grand peignage de coton, à une cartonnerie très importante, à un établissement de constructions mécaniques et, enfin, à la fabrique de glace que nous allons décrire (fig. 4).

L'usine à glace (fig. 4 à 8) se compose de cinq bâtiments différents, quoique reliés entre eux par des murs communs.

Le bâtiment A renferme les compresseurs, condenseurs, pompes, etc.;

(1) Voir le *Génie Civil*, t. XXIII, n° 24, p. 377.

(2) Ces machines sont construites d'après les brevets de MM. Larnien et Berrut.

(3) Voir la Revue *l'Industrie frigorifique* (n° d'avril 1904).

(4) Voir le *Génie Civil*, t. XXIX, n° 4, p. 54.

il forme une seule salle non plafonnée de 14 mètres $\times$ 12 mètres et 10 mètres de vide sous le faîtage; c'est la salle des machines.

Le bâtiment B est divisé en deux parties par un mur longitudinal; chacune des salles ainsi formées a 25 mètres de longueur sur 5^m 50 de largeur et renferme un congélateur avec tous ses accessoires.

Le bâtiment C est une annexe de 25 mètres $\times$ 4 mètres, servant d'atelier de réparations, dans laquelle on a logé la transmission de mouvement qui actionne tous les services accessoires de l'usine.

Le bâtiment D, dont la longueur est de 26^m 30 et la largeur de 12^m 50, abrite les glacières ou réserves de glace.

Le bâtiment E sert d'habitation pour le gardien, au premier étage; au rez-de-chaussée se trouvent les bureaux et magasins.

Enfin une annexe T, en forme de tour carrée, renferme la turbine et les engrenages de commande de l'arbre de couche.

Le sol des bâtiments B et D a été soigneusement isolé au moyen de couches successives de béton ordinaire, de béton de mâchefer et de briques de liège; les toitures sont en tuiles mécaniques, sauf pour les bâtiments C, E et T dont le plancher haut forme terrasse.

L'eau motrice est amenée à l'usine au moyen d'un tuyau en tôle d'acier de 5 millimètres d'épaisseur, de 1 mètre de diamètre, débitant de 1 000 à 1 100 litres par seconde, supporté dans la traversée aérienne du canal de fuite par une passerelle en fer (fig. 4). Le moteur principal est une turbine horizontale Riva-Monneret de 100 à 110 chevaux, qui actionne l'arbre de couche principal *aa* (fig. 5); une

condenseurs BB par la canalisation 6; il traverse l'égoutteur-séparateur d'huile D, puis les serpentins hélicoïdaux des condenseurs; l'eau de refroidissement, dont la température ne dépasse pas 12 à 13 degrés, arrive par le tuyau 11 dans le bas de chaque condenseur et sort par le haut; sous l'influence de la pression et du refroidissement, le gaz se liquéfie et par les tuyauteries 1 tombe dans le récipient d'ammoniaque liquide C. Une canalisation 2 amène l'ammoniaque liquide au robinet de jauge R d'où elle se répand dans les serpentins de l'évaporateur disposés dans le fond du bac à glace J. L'ammoniaque évaporée est aspirée par le compresseur et le tuyau 4 soigneusement isolé par une enveloppe de liège, et le cycle recommence. Un branchement 3 pris sur la conduite d'ammoniaque liquide permet de pulvériser à l'intérieur du cylindre du compresseur une petite quantité de liquide lorsque l'échauffement dû à la compression est trop grand.

Le graissage du compresseur est opéré au moyen d'une pompe E mue par une courroie placée sur l'arbre-manivelle du compresseur; l'huile est refoulée au presse-étoupe par le tuyau 9 et revient à la pompe par le tuyau 10; l'égoutteur D est en communication avec l'aspiration de la pompe par le tuyau 8 qui sert au retour de l'huile abandonnée par le gaz dans l'égoutteur. Enfin, pour éviter toute perte d'ammoniaque, le récipient d'huile disposé sur la pompe est relié à l'aspiration du compresseur par le tuyau 5, de telle sorte que l'ammoniaque qui aurait pu se dissoudre dans l'huile est complètement récupérée.

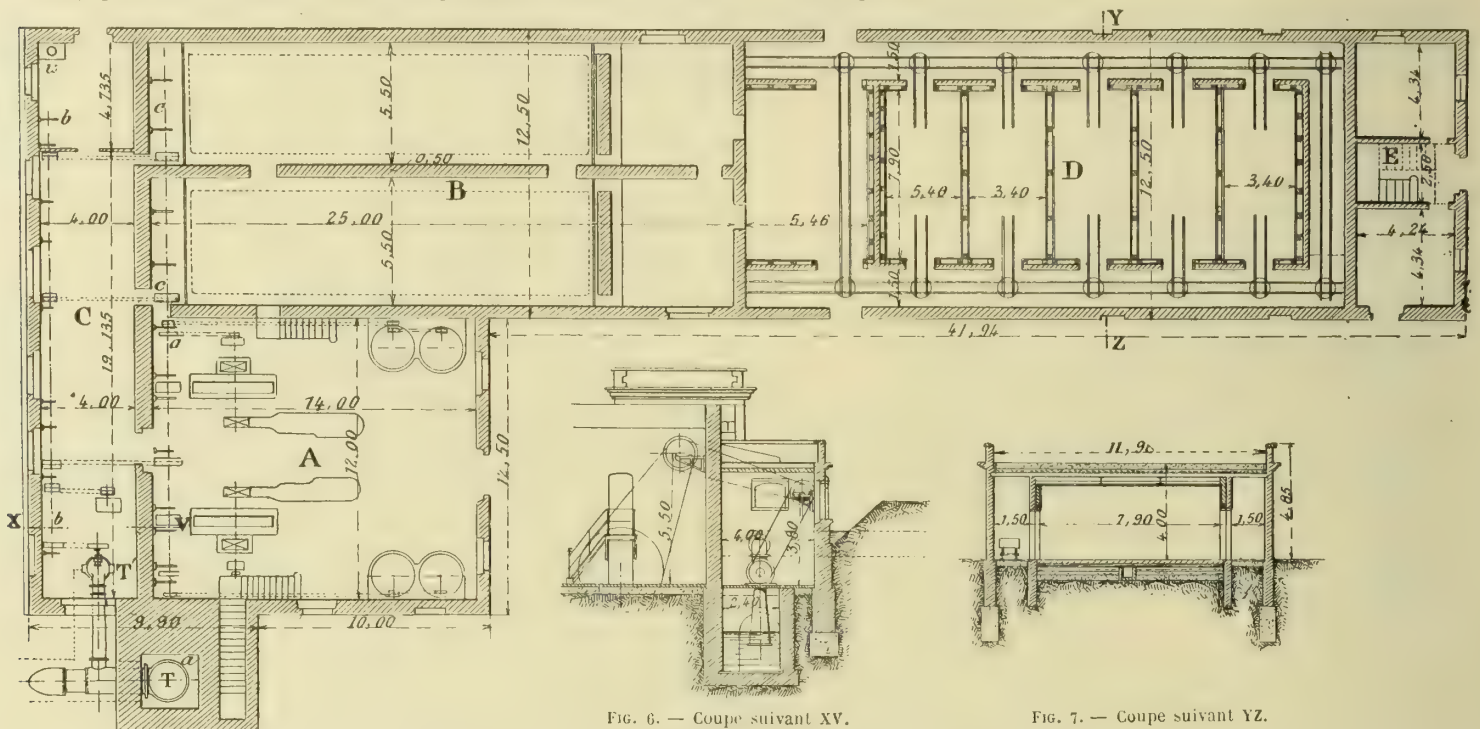


Fig. 5, 6 et 7. — Plan d'ensemble et coupes de la fabrique de glace de Vérone.

turbine plus petite T', de 20 à 25 chevaux, donne le mouvement à la transmission secondaire *bb*.

Sur la transmission principale sont fixées les poulies de commande des compresseurs, de la dynamo, des pompes centrifuges fournissant l'eau de circulation des agitateurs des condenseurs, et une poulie permettant d'attaquer la transmission secondaire dans le cas d'arrêt de la turbine T' (fig. 5).

La transmission secondaire *bb* actionne plusieurs machines-outils pour les réparations du matériel et une troisième transmission *cc* desservant exclusivement les différents organes mobiles des congélateurs, c'est-à-dire les hélices agitatrices du bain incongelable, les mouvements d'avancement des mouleaux, les chariots roulants et les cadres portant les agitateurs de l'eau dans les mouleaux.

Cette disposition a l'avantage de permettre l'extraction de la glace et l'agitation de l'eau à congeler et du bain salé pendant l'arrêt fortuit ou volontaire de la transmission principale.

Les compresseurs, système Fixary, ont été fournis par la Compagnie française des Moteurs à gaz et des Constructions mécaniques; leur puissance nominale est de 1 000 kilogr. de glace à l'heure, mais on fait produire facilement à chaque compresseur de 1 200 à 1 250 kilogr. A cette allure, la force totale absorbée par l'usine, tous les appareils accessoires: hélices, pompes, agitateurs, treuil mobile, etc., étant en activité, ne dépasse pas 120 chevaux effectifs, de sorte que le rendement industriel est de $\frac{2500 \text{ kilogr.}}{120 \text{ chevaux}} = 20^{\text{kg}} 8$ de glace par cheval effectif, ce qui constitue un rendement remarquable.

Les figures 1 à 3, planche VI, donnent le détail de l'installation complète d'un groupe de 1 000 kilogrammes.

Le gaz ammoniac, comprimé dans le compresseur A, est refoulé aux

Toute l'eau employée dans l'usine provient de la nappe aquifère souterraine d'où on l'extrait au moyen de pompes centrifuges qui la refoulent dans des réservoirs placés au-dessus des condenseurs; une prise de secours sur la canalisation de la ville permet de suppléer à un arrêt des pompes. Cette eau est d'une très grande pureté et possède toutes les qualités de la meilleure eau potable; aussi les nombreuses analyses faites par le laboratoire municipal ont-elles constaté invariablement la qualité parfaite de la glace produite dans cette usine.

Les congélateurs (fig. 8) sont de grandes cuves en tôle de fer de 10 millimètres d'épaisseur; leurs dimensions sont:

Longueur	mètres.	17,910
Largeur	—	4,410
Hauteur	—	2,200
Hauteur du double fond	—	0,900

Ils renferment 1 100 mouleaux en tôle d'acier galvanisée de 2 millimètres d'épaisseur, répartis sur 53 châssis en fer; la contenance d'un mouleau est de 40 litres d'eau environ, donnant un bloc de glace de 35 kilogrammes.

La transparence de la glace est obtenue par l'agitation de l'eau pendant la congélation; pour cela, on dispose de trois séries de palettes ayant 1 mètre, 0^m 70 et 0^m 50 de longueur, que l'on déplace suivant le progrès de la congélation.

La durée du séjour d'un mouleau dans le congélateur est variable avec la production horaire. Les 1 100 mouleaux renferment $1100 \times 35 = 38500$ kilogr. de glace; si l'on en extrait 1 000 kilogr. à l'heure, les mouleaux séjourneront $\frac{38500}{1000} =$ trente-huit heures et demie dans le

bac; si l'extraction atteint 1250 kilogr. par heure, le séjour sera encore de plus de trente heures dans un bain maintenu à -5 degrés.

La glace est extraite au moyen d'un treuil ou chariot roulant dont les deux chaînes verticales viennent saisir les crochets du châssis porte-mouleaux. Les mouvements de déplacement horizontal et d'élévation du châssis à démouler sont réalisés par une transmission funiculaire qui actionne les arbres portant les engrenages coniques dont l'embrayage et le débrayage produisent les mouvements désirés.

Le châssis que l'on veut démouler est amené par le treuil roulant au-dessus du bac de démoulage K (fig. 4, pl. VI), et plongé dans l'eau chaude de ce bac, obtenue au moyen de la vapeur d'une petite chaudière placée dans l'atelier; quand les blocs de glace surnagent sur l'eau de fusion contenue dans le mouleau, le treuil relève le châssis, l'amène sur la bascule où il est abandonné en donnant du *lâche* aux chaînes. Sous l'influence du poids, la bascule s'incline, les blocs de glace s'échappent des mouleaux et glissent sur la table de démoulage d'où on les dirige sur la glacière de service ou sur une des glacières de réserve.

produisant $20 \times 35 = 700$ kilogr. de glace, il faudra démouler un châssis toutes les quarante-deux minutes.

Cette régularité indispensable peut être facilement atteinte le jour, mais il n'en est pas de même la nuit, où les hommes ont tendance à démouler successivement plusieurs châssis pour pouvoir se reposer ensuite deux ou trois heures consécutives. On a remédié à cet inconvénient en disposant un *enregistreur automatique* des démoulages, mis en action à chaque passage du treuil mobile à hauteur de la bascule de renversement des mouleaux.

Le bâtiment D renferme les glacières de réserve. La nature du sous-sol très aquifère, et la proximité de la nappe d'eau souterraine n'ont pas permis d'établir ces glacières en déblais; il a fallu les construire complètement en élévation, ce qui est, évidemment, une mauvaise disposition pour la conservation de la glace. Néanmoins, la présence d'un couloir entourant les dépôts de glace et préservant leurs parois isolantes de l'action directe des rayons solaires a donné de bons résultats, qui ont été complétés par la pose ultérieure, au plafond de chaque

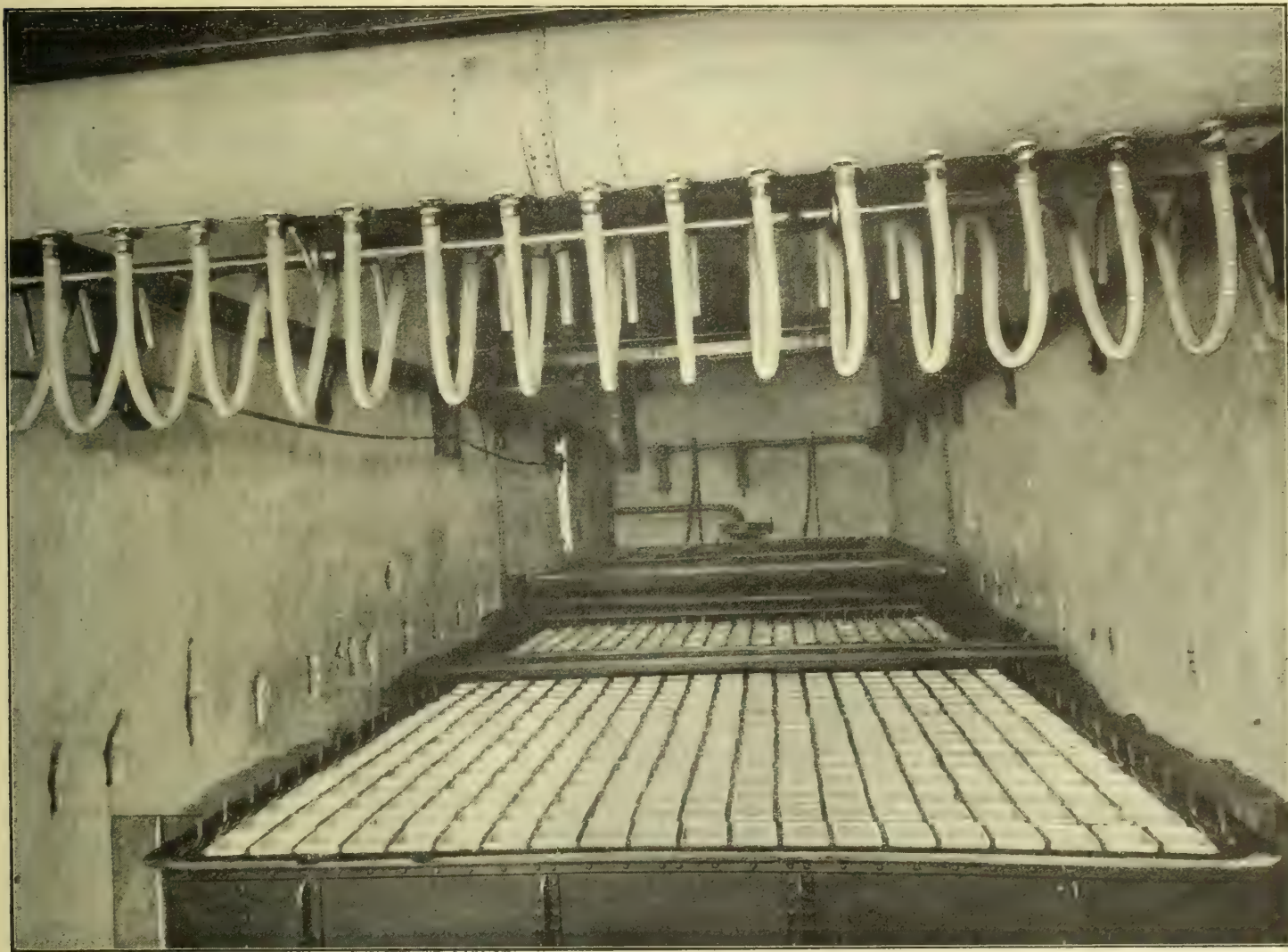


FIG. 8. — FABRIQUE DE GLACE DE VÉRONE : Vue de la salle de congélation et du bac à glace.

Les mouleaux vides sont soigneusement lavés par un fort jet d'eau froide ou par un jet de vapeur si l'ouvrier préposé au démoulage a été obligé d'y toucher pour extraire la glace; ils sont ensuite remplis d'eau, tous à la fois, par des tuyaux en caoutchouc, que l'on voit relevés sur la figure 8, partant du fond d'un réservoir supérieur, disposé au-dessus de la table de démoulage. Le châssis de vingt mouleaux pleins d'eau est ensuite amené à l'extrémité opposée du bac à glace; pendant ce mouvement rétrograde on fait avancer les 54 châssis restés dans le congélateur. A l'origine, ce travail s'effectuait à la main, très péniblement; nous avons substitué à ce mode de procéder un dispositif mécanique qui a permis la suppression de l'homme employé à cette manœuvre. Lorsque tous les châssis ont progressé d'un rang, les vingt mouleaux pleins d'eau sont plongés dans le bain de chlorure de calcium.

Il est important, pour la bonne marche de l'usine, que le travail moteur soit constant ou ne subisse que de faibles variations; d'autre part, il est nécessaire, pour la bonne renommée du produit, que la glace soit toujours homogène, compacte et bien transparente; ces deux conditions sont réalisées par une extraction très régulière; les châssis doivent être démoulés à intervalles égaux, scrupuleusement observés. Si l'on veut obtenir 1000 kilogr. de glace à l'heure, un châssis

chambre, de serpentins dans lesquels on fait circuler du liquide incongelable à -5 degrés, puisé aux congélateurs.

Ce dispositif a pour but de maintenir dans la chambre une température inférieure à 0 degré. Nous avons observé, en effet, que lorsque la glace artificielle est conservée dans une glacière non refroidie, la glace se *pique*, c'est-à-dire se couvre, à la surface, d'une multitude de petits trous qui sont les orifices par lesquels se sont dégagées, en creusant un petit canal dans le bloc de glace, les bulles d'air emprisonnées pendant la congélation. Cette glace piquée est très poreuse et peut absorber plus facilement que la glace compacte les germes microbiens de l'atmosphère. Il est donc très utile, au point de vue de l'hygiène alimentaire, de conserver la glace artificielle dans un local maintenu à 1 degré au-dessous de zéro.

Les glacières annexées à l'usine de Vérone peuvent recevoir 450 tonnes de glace qui viennent en aide à la fabrication pendant les journées de grande chaleur, où la demande est supérieure à la production, et qui feraient face aux fournitures obligatoires en vertu de marchés, dans le cas d'arrêt fortuit des machines.

Fabrique de glace de M. Bert, à Aix-en-Provence. — Cette petite usine a été installée par la Société française de Constructions mécaniques

(Anciens Établissements Cail). Elle se compose (fig 1 et 2, pl. VII) d'une salle de machines dans laquelle sont disposés les appareils suivants : une machine à vapeur V actionnant un compresseur A, système Linde, de 200 kilogr. de glace à l'heure. L'ammoniaque comprimée est refoulée au condenseur B où elle se liquéfie, et passe ensuite dans les serpentins du bac à glace G en traversant le robinet de jauge r; elle s'évapore et revient au compresseur par le tuyau d'aspiration aa.

La glace résulte de la congélation de l'eau provenant de la vapeur d'échappement du moteur. Cette vapeur traverse une série d'appareils analogues à ceux que nous avons décrits plus haut, c'est-à-dire : un séparateur d'huile S, un condenseur à surface C, un bouilleur d'eau distillée I et un refroidisseur R. De ce refroidisseur, l'eau distillée est refoulée par la pompe P dans un filtre-réservoir (placé à l'étage supérieur) qui alimente directement l'appareil de remplissage des mouleaux. La pompe centrifuge P' assure la circulation d'eau froide dans le refroidisseur, le condenseur de vapeur et le condenseur d'ammoniaque.

Le congélateur est disposé dans une salle contiguë à la salle des machines; il est analogue à celui que nous avons décrit précédemment et ne présente aucune particularité. Les châssis sont au nombre de vingt, portant chacun huit mouleaux qui fournissent des blocs de 30 kilogr. de glace environ. Cette glace est chimiquement et bactériologiquement pure; elle possède donc tous les caractères de la meilleure glace alimentaire.

Importance du commerce de la glace. — La glace livrée en France à la consommation est de trois sortes :

1° La glace récoltée aux abords des villes, sur les mares, étangs, fossés, etc., qui est de la pire qualité, et que toute municipalité soucieuse de l'hygiène publique devrait proscrire impitoyablement, quel que soit l'usage que l'on prétende en faire;

2° La glace importée de Norvège, de Suisse, ou des glaciers des Alpes (1);

3° La glace artificielle.

Il est impossible d'évaluer, même approximativement, la quantité de glace naturelle récoltée aux abords des villes, en France, mais on peut dire cependant que cette glace tient encore, malheureusement, la

première place, au point de vue quantité; on en consomme probablement plus de 500 000 tonnes par an.

La glace importée provenant des lacs de Suisse, de Norvège ou des glaciers des Alpes, est évidemment plus ou moins recherchée, suivant que l'hiver a été plus ou moins rigoureux; l'importance de ce commerce varie de 60 000 à 80 000 tonnes par an. Cette glace, quoique plus pure que la précédente, est loin d'être exempte de reproches, car c'est tantôt l'eau de congélation qui a été souillée, tantôt c'est la glace elle-même qui a été contaminée pendant l'extraction, le transport et le déchargement. Elle devrait être réservée presque exclusivement à la réfrigération industrielle.

Enfin, la glace artificielle produite, soit avec de l'eau de source potable, soit avec de l'eau distillée, seule glace vraiment inoffensive pour le consommateur, atteint en France une production de 200 000 à 250 000 tonnes environ. Il est difficile d'être plus précis, car un grand nombre de brasseurs, qui possèdent des machines frigorifiques pour la fabrication de leur bière, vendent, ou plus souvent donnent de la glace à leurs clients, et l'importance de cette quantité est impossible à déterminer.

A Paris, la production de glace artificielle, qui atteignait à peine 60 000 tonnes par an en 1898, dépasse maintenant 100 000 tonnes, provenant d'une dizaine d'usines spécialement affectées à cette industrie, et dont quelques-unes sont capables de fournir plus de 100 tonnes par jour.

Le prix de vente de la glace est réglé, comme celui de tout autre produit, par la loi de l'offre et de la demande. Certaines années, où la production de glace naturelle avait été nulle, et dont les étés furent particulièrement chauds (1889, 1893, 1897, 1901), le prix de la tonne put atteindre et dépasser 100 francs. Par contre, le mouvement inverse se produit aussi, et plus fréquemment encore : il n'est pas rare de voir tomber le prix de la tonne à 25 ou 30 francs.

A Paris, le prix moyen de vente en gros est de 40 francs. Le détaillant, qui subit un fort déchet du fait de la fusion, vend la glace généralement 10, 15 ou 20 centimes le kilogramme.

En somme, le commerce de la glace artificielle, en France, porte sur un chiffre variant de 8 à 10 millions de francs par an.

F. COTTAREL,
Ingénieur des Arts et Manufactures.

MINES

APPAREILS DE SÉCURITÉ EN USAGE

dans les exploitations minières d'Autriche-Hongrie.

Nous avons déjà montré, dans plusieurs articles du *Génie Civil* relatifs aux procédés d'exploitation en usage dans les mines d'Autriche-Hongrie, combien l'application des perfectionnements modernes de l'industrie minière est répandue dans ce pays (2).

Nous nous proposons aujourd'hui d'étudier une série de nouvelles installations souterraines, procédés d'abatage, appareils de sécurité, etc., en nous attachant à faire ressortir à quel point, dans tous les services, le principe fondamental de la sécurité des mineurs est observé jusque dans les plus petits détails.

La plupart de ces notes sont empruntées aux études de M. Mauerhofer, directeur des mines du comte Wilzeck, en Moravie, qui a lui-même mis en application, dans les exploitations minières placées sous sa direction, les procédés que nous allons décrire (3).

PROCÉDÉS DE SÉCURITÉ APPLIQUÉS DANS LES CHANTIERS D'ABATAGE. — Le bassin houiller de Mährisch-Ostrau, en Moravie, est constitué par toute une série de couches dont la plus importante, la couche *puissante*, atteint et dépasse même l'épaisseur de 4 mètres. Si l'on remarque que la nature des terrains est assez tourmentée et que ceux-ci présentent de nombreux plissements, crochons, dressants, etc., il est aisé de comprendre qu'avec des couches aussi importantes et des terrains brouillés, les cas d'incendie ne sont pas rares. On a donc dû, dans bien des cas, fermer et isoler par de puissants barrages des quartiers entiers pour arrêter la marche et les progrès de l'incendie; mais, en même temps, on laissait ainsi d'énormes richesses inexploitées.

Toutefois, après un laps de temps plus ou moins long, suivant l'importance du fléau, on a cherché à revenir sur ces richesses, à rouvrir les quartiers sinistrés et à les exploiter à nouveau. Dans la majeure partie des cas, on est parvenu ainsi, en prenant de grandes précautions, à récupérer de grandes quantités de combustible, considérées primitivement comme perdues.

L'approche s'est faite par d'anciennes galeries que l'on a remises en état pour n'avoir pas à redouter les éboulements. On faisait continuellement des prises de gaz et ces échantillons étaient soigneusement analysés pour se rendre compte si l'air contenait des traces d'oxyde de carbone ou d'acide carbonique. Enfin, par surcroît de précaution, lorsqu'on pouvait réellement craindre un dégagement de gaz, les ouvriers travaillant à l'avancement ne se rendaient à leur poste que munis d'appareils respiratoires, leur permettant de séjourner dans les milieux irrespirables.

Grâce à ces nombreuses analyses de gaz et à toutes ces mesures de

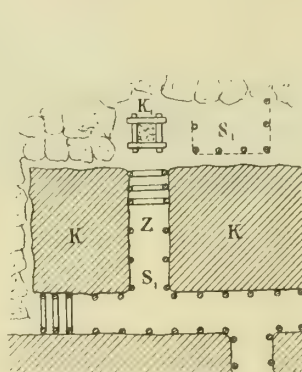


Fig. 1. — Cas du pilier unique.

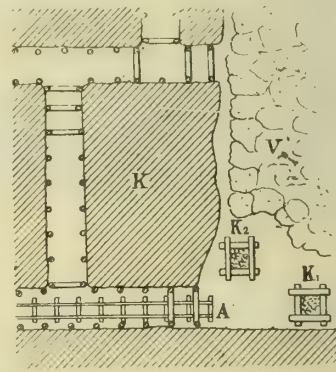


Fig. 2. — Cas des piliers multiples.

Fig. 1 et 2. — Installation de piliers de protection remblayés dans les terrains ébouleux.

sécurité, on put, sans aucun accident, retourner sur les vieux quartiers éteints. Mais une fois les chantiers rouverts, d'autres difficultés se présentaient, car la plupart des anciens quartiers se trouvaient, naturellement, entourés par de vieux remblais : le terrain était donc très mauvais et les risques d'éboulements devenaient considérables. Pour parer à ce danger, il a fallu appliquer le système des piliers de sécurité que représentent les figures 1 et 2.

Ce système consiste à installer aux endroits les plus critiques de très forts piliers en poutrages assemblés, remplis de gros remblais. On forme ainsi de grosses colonnes de soutien K₁, K₂, qui forment massifs de protection et, suivant les cas, on construit ces piliers isolément

(1) Voir l'ouvrage plan de l'exploitation du lignon du Cassel, près de Brancion, (*Génie Civil*, t. XXXII, n° 21, p. 341.)

(2) Voir le *Génie Civil*, t. XLII, n° 9, p. 136; t. XLIV, n° 8, p. 117; t. XLV, n° 9, p. 116.

(3) Les différents états ont paru dans l'*Oesterreichische Zeitschrift für Berg und Hüttenwesen*.

(fig. 1) ou, lorsque les terrains sont très mauvais, on les construit en file, pour avoir une protection plus efficace (fig. 2). Cette méthode dispense de laisser, dans les chantiers destinés à être abandonnés, des piliers de protection, et la totalité du charbon K peut être ainsi récupérée. Pour parer encore aux risques de petits éboulements provenant du front des anciens remblais, on garnit ceux-ci de vieilles cordes placées horizontalement, et reliées entre elles par quelques bouts verticaux. On forme ainsi, en quelque sorte, un grand filet à larges mailles, qui protège bien le mineur contre les chutes de matériaux provenant des remblais. Ces procédés, d'usage courant en Moravie, ont donné de très bons résultats.

Signalons encore, à ce sujet, la disposition adoptée dans la galerie d'avancement allant vers de vieux quartiers. Outre les précautions prises pour les analyses de gaz, on a mis en usage une installation permettant, d'une part, un bon aérage, et, d'autre part, une prompte fermeture de la galerie. Les figures 3 à 5 en indiquent les coupes et le

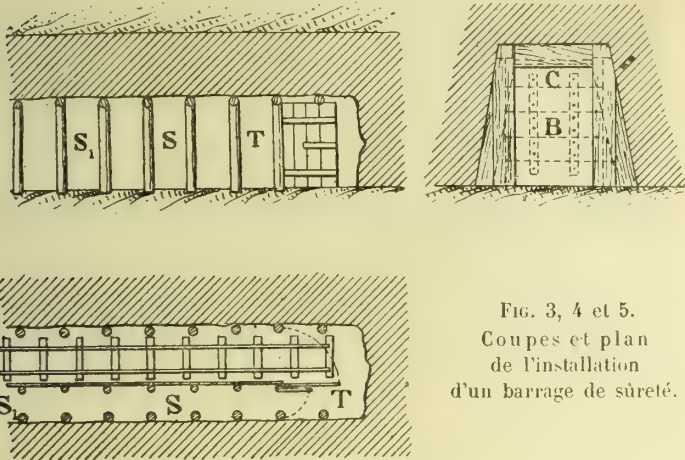


Fig. 3, 4 et 5.
Coupes et plan
de l'installation
d'un barrage de sûreté.

plan. La galerie SS₁, large de 1^m60 environ, est partagée en deux couloirs de largeurs inégales, par une forte cloison en planches. La partie la plus grande est munie d'une voie de roulage pour le service des déblais et de la circulation du personnel, la partie la plus étroite sert de retour d'air. Dès que l'avancement du front de la galerie a été prolongé d'une longueur suffisante pour permettre la pose d'un nouveau cadre, celui-ci est immédiatement placé et il est toujours muni de gonds pour recevoir deux portes de fermeture T. Un accident, un nouvel incendie vient-il à se produire, on ferme immédiatement les deux portes pour arrêter toute arrivée d'air sur le foyer, puis les ouvriers se retirent et disposent rapidement de place en place des cloisons hermétiques B assujetties sur de forts cadres en bois C (fig. 4), qui permettent d'élever ensuite de nouveaux barrages absolument étanches. Pour n'être pas pris au dépourvu en cas de sinistre, on prend la précaution de construire ces cadres pendant l'avancement normal, et les cloisons B sont toutes prêtes et toutes montées sur le côté de la galerie. Au premier signal de danger, le quartier dangereux est immédiatement isolé.

L'allure tourmentée des couches du bassin d'Ostrau a pour conséquence d'avoir des quartiers entiers en dressants. Les couches, presque verticales, sont alors exploitées par la méthode des gradins renversés (fig. 6). On creuse tout d'abord la galerie inférieure de rou-

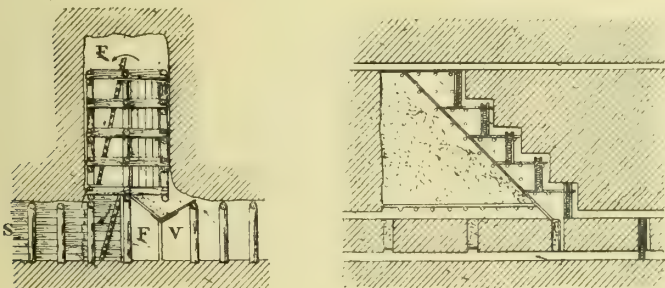


Fig. 6. — Ouverture d'un chantier en gradins. Percement du bure.

Fig. 7.
Exploitation en gradins.

lage S, puis on amorce un bure F en remontant jusqu'à une galerie supérieure afin d'obtenir un bon aérage. On boise soigneusement la cheminée à mesure que l'on monte, et on sépare la section en deux parties par une cloison en planches aussi étanche que possible, ce qui procure un aérage satisfaisant, jusqu'à ce que le courant puisse s'établir par la communication avec une galerie supérieure. Jusqu'à ce moment l'air passe par la trémie V, monte dans le bure et revient par l'autre compartiment. L'une des parties sert aux échelles, l'autre à la descente des charbons et du retour d'air.

Le bure une fois monté jusqu'à la galerie supérieure, on procède à l'exploitation du front de taille ouvert par la méthode des gradins renversés (fig. 7), c'est dire que le travail commence par le bas et en gradins. Dans ce mode d'abatage, assez délicat, de grandes précautions sont prises pour assurer la sécurité des ouvriers. Généralement, on se sert simplement de poinçons formant étais, sur lesquels on pose des planchers. Ce mode de procéder est dangereux, les planches non jointives et non réunies laissent souvent des vides et risquent de basculer. On a substitué ici aux planches volantes de véritables planchers à claire-voie, posés directement sur les étais. Ces planchers, représentés dans les figures 8 à 15, ont le grand avantage d'être à charnières. Les planches B viennent donc se replier les unes sur les autres, suivant la plus ou moins grande largeur de la couche. La couche vient-elle à s'élargir, on déploie une lame de plus du plancher et le vide latéral est aussitôt rempli. On a encore combiné avec l'emploi de ces planchers volants un mode de fixation qui évite complètement le bascu-

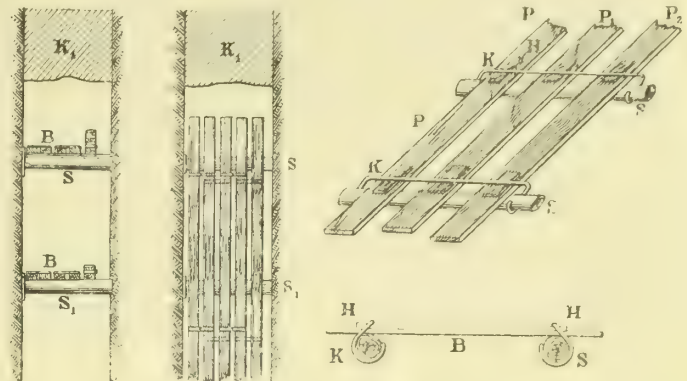


Fig. 8. — Coupe. Fig. 9. — Plan. Fig. 10 et 11. — Détails du mode d'attache.

Fig. 8 à 11. — Planchers mobiles à charnières.

lage. Les planches sont, en effet, assemblées aux étais S par des crochets en fer K, et cet assemblage est rendu absolument rigide par des cales H. Ce mode de serrage, très sûr et facilement démontable, est tout à fait pratique.

La figure 12 montre les détails d'un chantier, avec les planchers volants, les échelles, les planches recevant le charbon, etc. Les figures

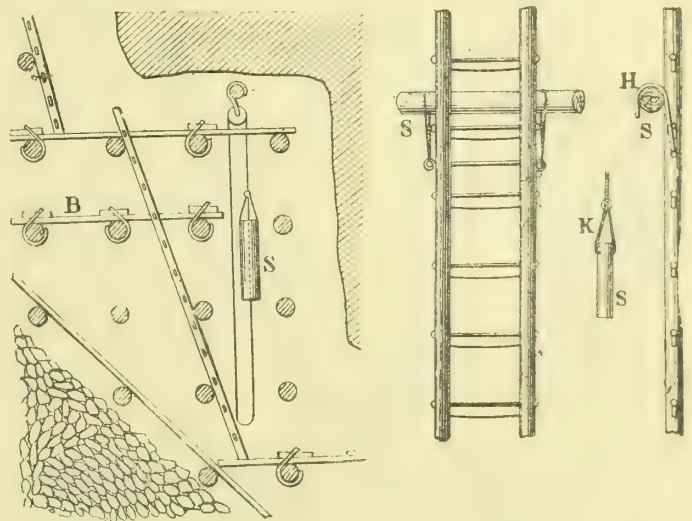


Fig. 12. — Coupe du chantier.

Fig. 13 à 15. — Mode d'attache des échelles.

Fig. 12 à 15. — Planchers volants pour chantier en gradins.

13 à 15 représentent différents détails relatifs à la sécurité des ouvriers. Il est absolument interdit aux ouvriers de se servir d'échelles libres. Celles-ci doivent, en effet, toujours être retenues, soit par des crochets spéciaux H (fig. 14), soit par de vieux bouts de câbles (fig. 13). Enfin, même pour le montage des bois et des poinçons, des précautions spéciales sont prises pour éviter les chutes dangereuses. Les poinçons S sont montés à l'aide de crochets spéciaux K (fig. 15).

Le charbon abattu tombe sur un plancher, derrière lequel se trouve le remblai; il glisse le long de la pente et arrive en bas à un bure (fig. 7) et à une trémie de chargement qui le déverse dans les wagons de la galerie de roulage. Dans l'exploitation de ces parties de couches verticales, on est obligé de remblayer à mesure de l'avancement du chantier d'abatage; ce travail se fait par la galerie supérieure.

La benne arrivant au chantier de remblayage, en A, est basculée au bout du rail (fig. 16 à 18). Bien que celui-ci soit muni d'une butée, l'entraînement de la benne est toujours à craindre.

Le même accident se produit fréquemment au jour. On y remédie en fonçant, à proximité du terminus du rail, un pieu solide P, muni d'une double chaîne K, K₁, dont l'une des extrémités se termine par un fort crochet à deux branches H. La benne arrive-t-elle, on l'ac-

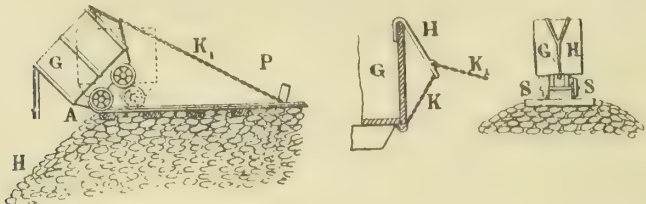


Fig. 16 à 18. — Emploi d'un crochet de sûreté pour le basculement des bennes.

croche par la petite chaîne K à son anneau d'accrochage, alors qu'on place le crochet de retenue H sur le rebord supérieur (fig. 16).

On déplace le pieu P à mesure que les rails se prolongent en avant.

POSTES DE SECOURS. — Les figures 19 et 20 représentent un poste de secours souterrain, très en usage dans le bassin houiller d'Ostrau. Lorsque les chantiers en exploitation sont très éloignés du siège d'extraction, comme c'est assez fréquemment le cas en Moravie, il est évident qu'en cas de sinistre les mineurs restés sains et saufs arriveraient très difficilement jusqu'à la recette; de même, la tâche des équipes de secours pénétrant par le puits, même munies d'appareils respiratoires, serait longue et difficile. Il paraît donc très utile d'établir au fond, dans les quartiers éloignés des sièges, des postes de se-

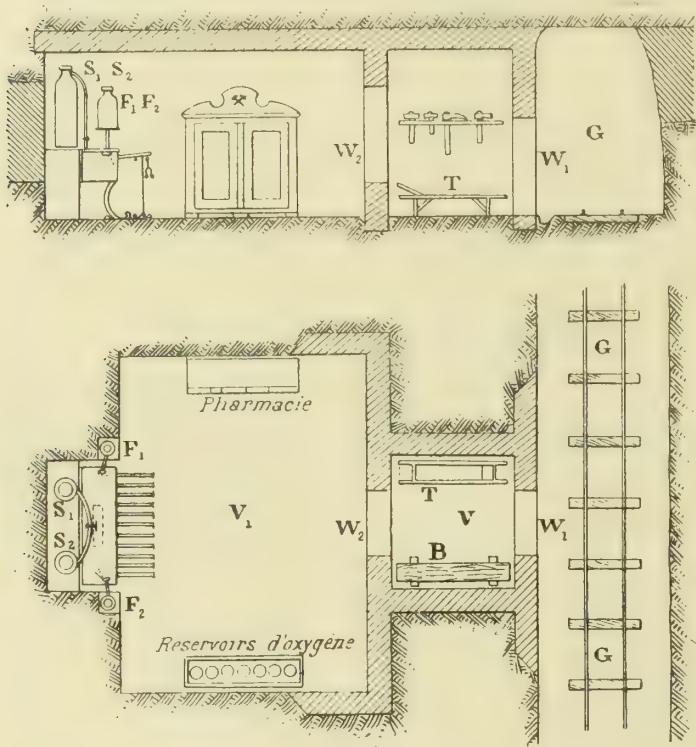


Fig. 19 et 20. — Coupe verticale et plan d'un poste souterrain de secours.

cours bien protégés, presque à l'abri de toute explosion, et bien connus de tout le personnel. On choisit autant que possible, pour l'emplacement de ces postes, des galeries secondaires, ayant un courant d'air spécial, comme on le fait pour les dynamitières françaises. Dans la plupart des cas, si une explosion vient à se produire, le poste restera en dehors du passage des gaz dangereux, et constituera un véritable abri. La galerie est munie de rails pour faciliter les transports.

Le poste de secours se compose de deux chambres : la première, V, la plus petite, sert en quelque sorte d'écluse à air; elle est fermée par des portes en fer, W₁ et W₂, reposant sur joints en caoutchouc, qui constituent des fermetures parfaites. Cette première chambre est munie d'appareils de secours, tels que : civières, brancards, etc. La deuxième chambre V₁ constitue le véritable poste de secours. Elle est en grande partie maçonnée, et contient un volume d'air relativement grand. Toutefois, pour éviter les risques d'asphyxie, on a disposé dans la chambre, outre les appareils respiratoires et les bouteilles d'oxygène, un grand réservoir d'oxygène S₁, et des bacs de solutions alcalines. L'air vient-il à se raréfier, les ouvriers peuvent adapter à leurs bouches des tuyaux leur permettant la respiration de l'oxygène, tandis que l'acide carbonique rejeté est absorbé par les solutions alcalines.

En cas d'explosion, les hommes valides peuvent venir se réfugier à l'abri, et, grâce au système de double porte, conserver une atmosphère respirable dans le poste. Si les conditions générales le permettent, ils peuvent même, munis d'appareils respiratoires, former une équipe de sauvetage souterraine, et contribuer au sauvetage des blessés.

Quoi qu'il en soit, ces installations ont donné jusqu'à présent d'excellents résultats. Il est à supposer qu'en cas de sinistre grave elles

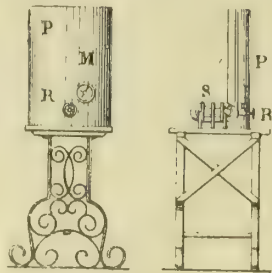


Fig. 21 et 22. — Appareil à bouchier simple.

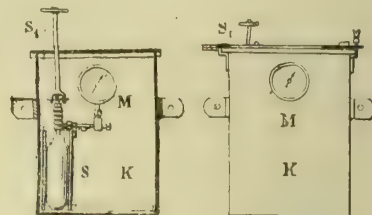


Fig. 23 et 24. — Appareil complètement fermé.

Fig. 21 à 24. — Appareil de mesure des pressions dans les bouteilles d'oxygène.

pourraient être d'une grande utilité, aussi se sont-elles de plus en plus généralisées en Autriche. Nous avons vu combien les appareils respiratoires jouent un grand rôle dans toutes ces installations, et ceux-ci ne sont efficaces que munis de bouteilles d'oxygène parfaites. Signalons, en passant, les appareils spéciaux pour la mesure de la pression dans les récipients d'oxygène. On sait que l'oxygène est emmagasiné, à haute pression, dans ces bouteilles en acier, aussi place-t-on l'appareil derrière un bouclier protecteur. Nous donnons, dans les figures 21 et 22, une disposition avec bouclier simple. Le bouclier P est muni de deux ouvertures, par lesquelles passent la valve R de la bouteille, et le cadran du manomètre M. Dans les figures 23 et 24, nous donnons un autre dispositif, également en usage dans le bassin d'Ostrau : ici, par mesure de sécurité, tout l'appareil, ainsi que le manomètre, est placé dans un grand réservoir K, en tôle, et la manœuvre de la valve de la bouteille se fait à l'aide d'une sorte de grande clé S₁.

(A suivre.)

H. SCHMERBER,
Ingénieur des Arts et Manufactures.

MÉCANIQUE

ÉLÉVATEUR-TRANSPORTEUR ÉLECTRIQUE

MM. Savon frères, de Marseille, ont imaginé un élévateur-transporteur électrique, qui fonctionne, depuis plusieurs mois déjà, sur les quais de cette ville, pour charger les wagons et pour emmagasiner les marchandises dans les entrepôts.

Avant la création de cet engin, on disposait, pour charger un wagon, deux chemins en madriers entre le sol et le plancher du wagon. Les hommes préposés au chargement, portant chacun un sac sur le dos, montaient par un de ces chemins, et après avoir déposé leur fardeau, descendaient par l'autre chemin.

Ces allées et venues, longues et pénibles, dangereuses même quand la pluie rendait les madriers glissants, sont aujourd'hui supprimées par l'emploi de l'élévateur-transporteur. Grâce à cet engin, les sacs arrivent les uns après les autres automatiquement, à portée d'un homme qui est sur le wagon; celui-ci les saisit et les range au fur et à mesure de leur arrivée.

L'élévateur-transporteur procure une simplification encore plus grande pour l'emmagasinage des sacs dans les points élevés.

La figure 1 montre l'élévateur-transporteur chargeant un wagon, et la figure 2 représente cet engin apportant des sacs au premier étage d'un entrepôt.

L'élévateur-transporteur se compose de deux flasques en bois réunies par des entretoises en fer (fig. 3, 4 et 5).

Entre ces flasques, est logé un moteur électrique qui actionne une échelle sans fin, au moyen d'une transmission de mouvement par engrenages et pignons dentés, dont on voit la disposition sur les figures 3, 4, 5.

Les barreaux de l'échelle sans fin sont des fers en U, reliés par une chaîne de Galle, semblable à celles qui commandent les roues motrices des automobiles.

Les sacs sont déposés en long, sur l'échelle en mouvement. Pour qu'ils ne puissent pas rouler dans le sens transversal pendant leur

ascension, les barreaux de l'échelle sont cintrés, comme on le voit sur la figure 5, et leur forme est telle que l'on peut donner à l'échelle une pente supérieure à 1,2 de hauteur pour 1 de base, sans qu'il y ait glissement des sacs.

L'engin est mobile sur roues et son poids est d'environ 500 kilogr.;

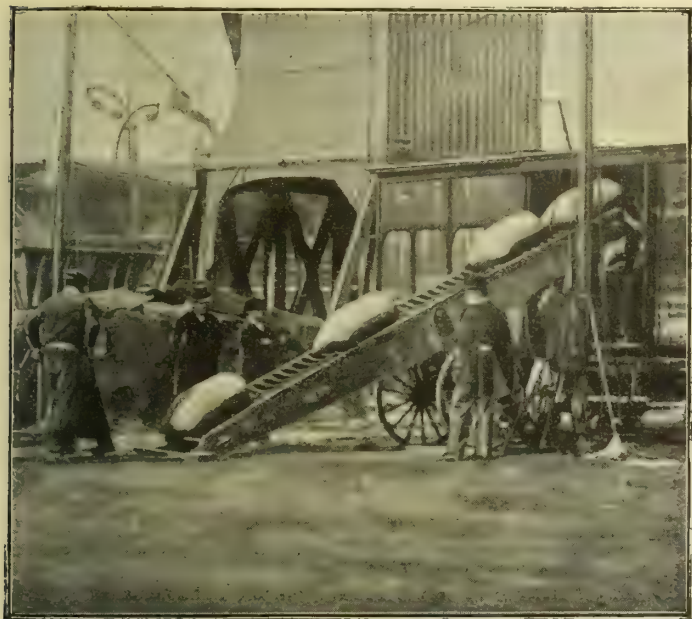


FIG. 1. — Chargement d'un wagon avec l'élévateur-transporteur.

deux hommes suffisent pour l'amener où on le désire. Un vérin V (fig. 3 et 5) permet de faire varier son inclinaison, et une servante S (fig. 1 à 4) empêche tout mouvement de bascule.

A la suite de l'échelle sans fin de l'engin que nous venons de décrire, on peut en installer une deuxième, tenue à hauteur, soit par des tréteaux spéciaux, comme on le voit sur la figure 2, soit par des palans ou des chaînes.

Cette deuxième échelle ne comporte pas de moteur, elle reçoit son mouvement de la première échelle. A cet effet, un des arbres transversaux engrenés avec sa chaîne de Galle, est commandé lui-même

La vitesse convenable pour le moteur électrique a été déterminée par de nombreuses expériences, et on s'est arrêté à un type dont la vitesse correspond à la montée d'un sac, en une minute, depuis le bas d'une échelle jusqu'au sommet de celle-ci. Comme il y a, en général, quatre sacs en marche par échelle, il en résulte que les sacs se succèdent au sommet à quinze secondes d'intervalle, temps qui a été trouvé suffisant pour que l'homme posté sur le wagon puisse mettre un sac en place avant d'avoir à saisir le suivant.

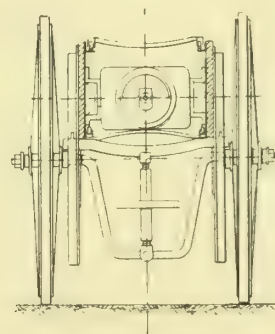
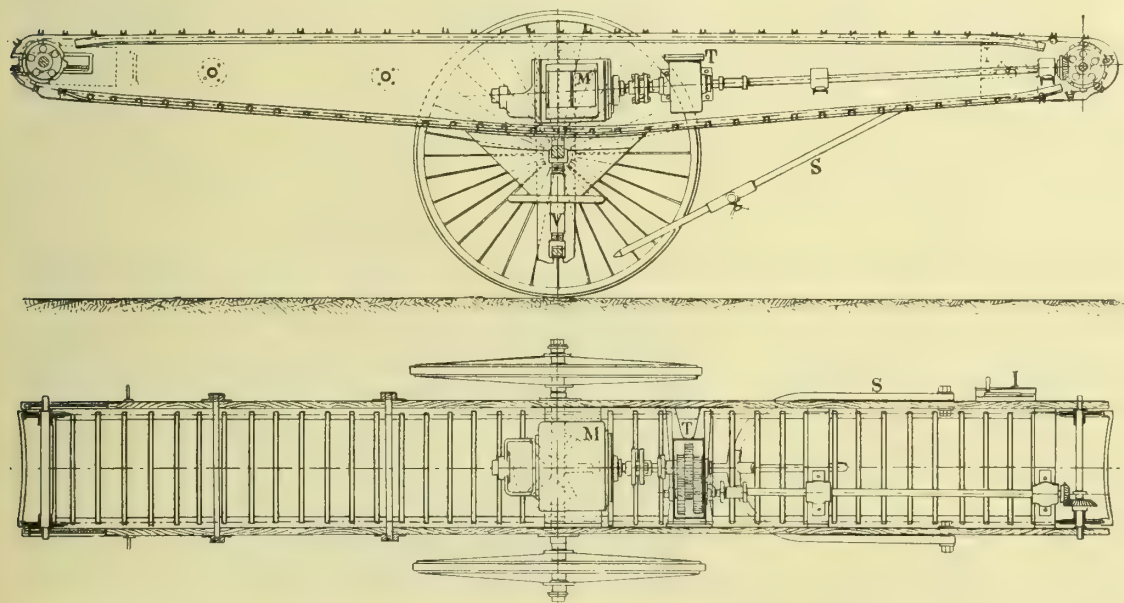


FIG. 2. — Élévateur-transporteur avec rallonge.

On voit que, dans ces conditions, quand on charge, par exemple, un wagon de 10 tonnes avec des sacs pesant 100 kilogr. chacun, le temps nécessaire pour le chargement, avec un seul homme sur le wagon, est de :

$$\frac{10\,000}{100} \times 15 = 1\,500 \text{ secondes} = 25 \text{ minutes.}$$

La vitesse de l'échelle est toujours la même, quel que soit le nombre de sacs qu'elle monte, quel que soit le nombre des échelles de rallonge et quelle que soit l'inclinaison donnée.



- M, moteur électrique;
- T, train d'engrenages;
- S, servante;
- I, interrupteur;
- V, vérin.

FIG. 3, 4 et 5. — Élévation, vue en bout et plan de l'élévateur-transporteur électrique.

au moyen de deux petites chaînes de Galle (fig. 6 et 7) par un arbre transversal de la première échelle.

Il est évident qu'à la suite de cette deuxième échelle on peut en mettre une troisième, commandée à son tour par l'échelle précédente, et ainsi de suite.

Pour rendre les frottements aussi doux que possible, on a fixé, sous les chaînes des échelles, des galets qui roulent sur des cornières, comme on peut le voir sur la figure 4.

Avec un moteur électrique de la force de 2,5 chevaux, mesurée aux bornes, on actionne aisément une échelle motrice et une échelle de rallonge.

Cette régularité de marche est une excellente condition de travail. Elle est due au choix d'un moteur électrique excité en dérivation, alimenté sous une différence de potentiel presque constante (la perte de voltage dans les câbles d'amenée du courant étant minime). Dans ces conditions, l'intensité du champ magnétique est constante, et la vitesse également; l'intensité du courant varie seule avec la charge.

La consommation d'énergie, mesurée aux bornes du moteur, est, pour un élévateur-transporteur, sans rallonge, de :

- 600 watts à vide;
- 1 100 watts avec trois sacs de 125 kilogrammes;
- 1 540 watts avec quatre sacs de 125 kilogrammes.

Bien que de section relativement grande, les câbles sont néanmoins assez flexibles pour être maniables; ils sont reliés à l'engin au moyen d'une prise de courant. De cette prise, le courant passe par un interrupteur avec rhéostat de démarrage. Le tout a été très bien étudié

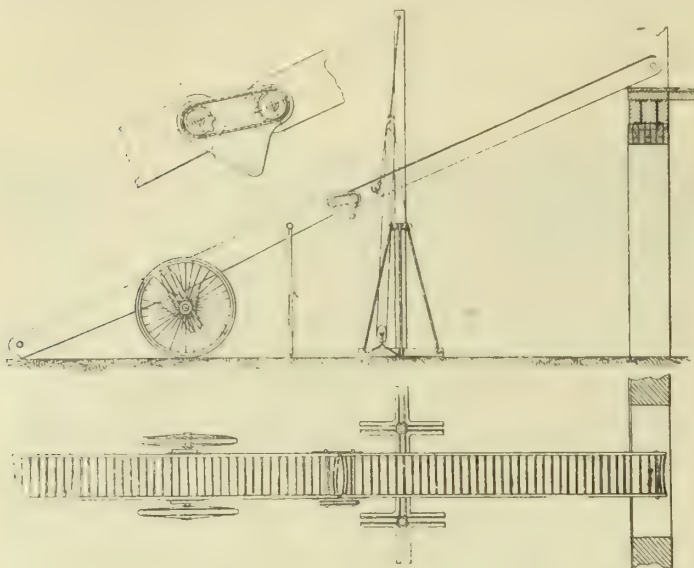


Fig. 6 et 7. — Élévateur-transporteur avec deux échelles sans fin.

pour être manœuvré par des hommes de quais, c'est-à-dire peu familiers avec l'électricité.

Il y a actuellement, sur les quais de Marseille, douze élévateurs-transporteurs électriques. Leur travail journalier est, au total, de 2 000 tonnes de marchandises.

Joseph COSTA,
Ingénieur,
Ancien Élève de l'École Polytechnique.

HYGIÈNE

LA LUTTE CONTRE LA POUSSIÈRE par l'arrosage des routes à la westrumite.

Dans un intéressant article publié par le *Génie Civil* ⁽¹⁾ sur le goudronnage des routes, l'auteur, M. le lieutenant-colonel Espitallier, a résumé son étude par une phrase très encourageante et la cause semble gagnée en principe.

Par l'intérêt que cette question présente pour ceux qui construisent les routes et ceux qui en usent, l'hygiéniste peut déjà entrevoir l'époque plus ou moins lointaine où le fléau de la poussière semblera le souvenir d'un mauvais rêve. Les administrations elles-mêmes, obligées de rationner l'eau potable aux habitants, seraient certainement satisfaites de supprimer l'inefficace tonneau d'arrosage.

Sans parler ici des questions de prix de revient, on peut reprocher au goudronnage de n'assurer l'absence de poussière et l'imperméabilité de la chaussée qu'au prix d'une série de conditions assez difficiles à remplir pour l'épandage en grand. Il faut des routes absolument sèches, ce qui implique plusieurs belles journées avant, pendant et après l'opération : un orage risquerait même de compromettre un long travail. En outre, les routes doivent être en excellent état d'entretien, bien exposées et presque en palier, car, dès que leur déclivité dépasse 3 %, les chevaux commencent à glisser sur le goudron durci. Ce dernier fait empêche de goudronner la route nationale entre Nice et Menton, par exemple.

Des inventeurs proposent d'autres produits contre la poussière : du bitume soluble dans l'eau par la caséine et dénommé *bitumine*; du goudron d'huiles minérale et végétale rendu soluble dans l'eau par la saponification ammoniacale et nommé *westrumite*.

Les courses éliminatoires de la Coupe Gordon-Bennett, du 20 mai dernier, ont donné une bonne occasion d'essayer ce dernier liquide. Après les regrettables accidents qui avaient assombri la grande épreuve de Paris-Madrid, en 1903, l'Automobile-Club de France s'est préoccupé de diminuer autant que possible la poussière soulevée par les voitures de course et, dans ce but, il avait fait arroser à la westrumite toute la longueur du circuit des Ardennes, soit 89 kilom. de routes nationales et départementales. Une centaine d'hommes et cinquante tonneaux d'arrosage ont fait en trois ou quatre jours cette besogne parfois difficile, quand on devait aller chercher l'eau à quelques kilomètres de distance. Ailleurs, par contre, on n'avait qu'à pomper dans les tonneaux l'eau des ruisseaux de la route (fig. 1).

90 tonnes de westrumite et 900 tonnes d'eau ont été employées en tout pour l'arrosage.

Le résultat fut vraiment remarquable : ni les coureurs, ni le public n'ont été gênés par la poussière, malgré les vitesses de 100 kilom. à l'heure des énormes voitures de course. Il va sans dire qu'en pénétrant sur les sections de routes neutralisées et non westrumitées, on dispa-



Fig. 1. — Remplissage d'un tonneau d'arrosage, près de Rethel, pour la course éliminatoire de la coupe Gordon-Bennett (circuit des Ardennes).

raissait dans un nuage opaque de poussière, des plus dangereux pour la circulation.

De l'avis unanime, la westrumite a triomphé ce jour-là, en dépit du soleil et du vent et après les huit jours de sécheresse qui ont précédé la course. Ces remarquables résultats auraient sans doute, il y a deux ans à peine, été considérés comme une utopie ⁽¹⁾.

Il reste à considérer le côté pratique, c'est-à-dire la durée de l'amélioration obtenue, en regard de la dépense que nécessite l'arrosage à la westrumite des routes en général.

La *Ligue contre la poussière* ⁽²⁾ et le *Comité contre la poussière des routes du Littoral* ayant mis une trentaine de tonnes du produit à notre disposition, nous avons arrosé, ce printemps, environ 60 000 mètres carrés avec différentes solutions d'eau westrumitée. Les essais ne datent



Fig. 2. — Arrosage d'une route comprise dans le circuit des Ardennes.

que du mois de mars et ne sont, par conséquent, pas d'assez longue durée pour permettre de juger la valeur du procédé.

Tout ce que nous pouvons dire, c'est que les résultats paraissent encourageants et M. Baud, conducteur des Ponts et Chaussées, vient

(1) Un sportsman très connu vient de refaire l'essai, sur 300 mètres de route devant sa propriété, à Chantilly, à l'occasion du Derby. Il en est très satisfait et les nombreuses voitures n'ont plus soulevé des tourbillons de poussière, obscurcissant la vue et rendant l'air irrespirable.

(2) Il a été formé, à Paris, sous le nom de *Ligue contre la poussière sur les routes*, une association qui a pour but d'encourager et d'aider toute initiative et toute entreprise tendant à faciliter l'application de procédés propres à la suppression de la poussière sur les routes. Son siège social est établi provisoirement 6, place de la Concorde.

de nous écrire : « Depuis le 15 mars, date du premier essai, la traverse de Beaulieu, que nous arrosions auparavant tous les jours, n'a été arrosée que quatre fois avec l'eau westrumitée (deux fois à 10 %, une fois à 5 % et la dernière fois à 2 % seulement) ; la chaussée n'a plus été époudrée depuis et pourtant il n'y a pas de poussière. J'ai remarqué que la westrumite rend la poussière, qui se forme huit à dix jours après l'arrosage, beaucoup plus lourde et l'empêche de se soulever en tourbillon au passage des automobiles. »

Un avantage important consiste dans la simplicité de l'opération, qui se fait comme un arrosage ordinaire, mais plus abondant : il faut compter un litre d'eau par mètre carré. La route sèche par le beau temps en quelques heures, de sorte qu'il est inutile d'interrompre la circulation, surtout si l'on arrose pendant la nuit.

On peut opérer par tous les temps et même sur des routes humides. S'il pleuvait pendant l'arrosage, il ne faudrait cependant pas continuer ; mais la pluie, tombant sur une route westrumitée qui a eu le temps de sécher, ne paraît pas enlever le produit, les substances volatiles qui l'ont rendu soluble dans l'eau s'évaporant par le séchage, de sorte que ce produit devient insoluble et résiste à l'eau de pluie. Cet arrosage, en résumé, peut être considéré comme un *huilage progressif* de la chaussée, n'offrant pas les inconvénients d'un *huilage immédiat* comme celui qui a été pratiqué en Californie (1). La route se sature peu à peu de cette solution oléagineuse et devient moins friable.

Examinons maintenant la dépense : en comptant, par mètre carré, un litre d'eau westrumitée à 10 % du produit vendu 300 francs la tonne, l'arrosage revient à 3 centimes par mètre carré. Les quatre arrosages de Beaulieu, cités plus haut, reviennent, par exemple, à 9 centimes le mètre carré. Ceci paraît excessif pour une durée de deux mois seulement, mais il ne faut pas oublier que les deux premiers arrosages à 10 % ne sont pas renouvelés, et qu'une solution à 5 %, même à 2 %, paraît suffire pour les arrosages suivants. En se basant sur deux ou même trois arrosages mensuels de 5 % à 2 %, variables selon l'importance de la circulation, l'état atmosphérique, la nature du sol, l'exposition de la route, etc., l'arrosage du mètre carré ne reviendrait qu'à 2 ou 3 centimes par mois.

Mais le fait de diminuer la poussière entraîne nécessairement un abaissement des frais d'entretien, dont l'importance ne pourra être établie que par des essais de longue durée. Ceux-ci se poursuivent actuellement par les soins des Ingénieurs des Ponts et Chaussées, dans les Ardennes et dans les Alpes-Maritimes, et par des conservateurs des bois de Boulogne et de Vincennes. La route du bord de l'eau, au bois de Boulogne, le long de la Seine, vient notamment de recevoir à plusieurs reprises des arrosages de westrumite.

En même temps, on essaye, pour la construction même des routes, des solutions d'eau westrumitée à 2 % par lesquelles on remplace, après le cylindrage, l'arrosage abondant qui doit faire pénétrer dans la chaussée les matériaux d'agrégation. On compte obtenir ainsi des routes plus résistantes tout en diminuant considérablement la poussière. Celle-ci, en effet, provient plutôt du sable qui sort des interstices des cailloux et qui est pulvérisé par la circulation, que de l'usure des pierres ; on peut s'en convaincre par ce fait qu'un automobile, passant à grande vitesse sur une route abondamment lavée, soulève pourtant de la poussière qui sort des interstices de la chaussée.

Pour contre-balancer la dépense de ces procédés qui diminuent la formation de la poussière, on fait valoir avec raison la diminution de l'usure de la route. Une remarque fort intéressante à ce sujet est que les nettoyeurs de rails des tramways sur les routes arrosées à la westrumite ramassent infiniment moins de poussière qu'auparavant, et cette poussière ne contient presque pas de matériaux d'empierrement, mais plutôt des détritiques, de la paille, etc. Même si la suppression de la poussière entraînait des dépenses appréciables, la question est assez importante pour qu'on n'hésite pas à faire le nécessaire pour la supprimer. On dépense des millions pour filtrer l'eau, pourquoi ne dépenserait-on rien pour rendre l'air plus respirable ? Les résultats obtenus dans la prophylaxie des maladies dues à la mauvaise qualité des eaux montrent l'importance de la lutte contre les maladies respiratoires, lutte qui consiste d'abord à purifier, autant que possible, l'air indispensable à notre existence.

Docteur GUGLIELMINETTI,
Fondateur et Secrétaire général adjoint
de la Ligue contre la poussière des routes.

VARIÉTÉS

Le développement des chemins de fer d'intérêt local en Prusse.

Voici, d'après les derniers documents officiels, quelques renseignements sur le développement des chemins de fer d'intérêt local et tramways en Prusse pendant les années 1902 et 1903.

En ce qui concerne les tramways, il existait 79 entreprises distinctes en 1892, 142 en avril 1902 et 148 en avril 1903 ; leur longueur atteignait, en dernier lieu, 2 480 kilom., au lieu de 876 en 1892. Le plus grand réseau est celui de Berlin et environs (304 kilom.) ; la moyenne est de 16^{km} 7.

Les tramways spécialement destinés au service voyageurs étaient, en 1903, au nombre de 122 (2 200 kilom.) ; les tramways industriels au nombre de 26 (279 kilom.), dont un agricole et deux mixtes (agricoles et industriels). Presque tous les tramways à voyageurs n'ont qu'une classe.

On trouve 48 lignes à voie normale (1 247^{km} 5) ; 91 à voie de 1 mètre (1 072 kilom.) ; 2 à voie de 0^m 75 (10 kilom.) et 2 à voie de 0^m 60 (19 kilomètres).

L'exploitation se faisait :

	EN 1902		EN 1903	
	LIGNES	KILOMÈTRES	LIGNES	KILOMÈTRES
Par câbles sur	4	4,8	4	4,8
A vapeur	48	426,3	47	414,4
Électriquement (a)	94	2 073,7	102	2 215,3
Par chevaux (b)	23	99,4	23	100,3
Mixte (a et b)	3	79,3	2	49,8

Le capital d'établissement, pour tous ces tramways, est évalué, pour 1903, à 573 152 000 marks, soit environ 231 250 marks par kilomètre (342 200 marks par kilomètre de voie normale). Il convient cependant de noter que ce dernier prix, si l'on fait abstraction des tramways berlinois, s'abaisse à 289 630 marks.

Sur 124 réseaux en pleine exploitation et dont les comptes ont été publiés, 32 n'ont réparti aucun bénéfice ; les autres ont donné des bénéfices variables (5 % du capital pour 23 réseaux, 5 à 10 % pour 18 et plus de 10 % pour 3 réseaux).

Les chemins de fer d'intérêt local, dont 11 seulement existaient à la fin de 1892, étaient, en avril 1903, au nombre de 226 (7 330 kilom. au lieu de 159). La Poméranie, à elle seule, en a 1 317 kilom. et le Brandebourg 700 kilomètres.

Sur ces 226 réseaux, 2 étaient affectés au service voyageurs (17^{km} 2) ; 14 au service marchandises (66^{km} 7) et les autres aux deux services.

Sur 158 réseaux, il y a deux classes de voyageurs ; 12 seulement ont trois classes.

La voie normale est employée dans 99 réseaux (2 017 kilom.) ; la voie de 1 mètre dans 51 réseaux (1 790 kilom.) ; les voies de 0^m 75 et 0^m 60 respectivement sur 9 et 18 réseaux (572 et 1 150 kilomètres).

On exploitait :

	EN 1902		EN 1903	
	LIGNES	KILOMÈTRES	LIGNES	KILOMÈTRES
A vapeur sur	196	6 470	208	6 950
Électriquement	43	294	15	344
Traction mixte	3	50	3	3

Les autorités communales ou départementales exploitaient 74 réseaux ; les 144 autres appartenaient à des sociétés. Le capital d'établissement représentait 383 040 700 marks, soit 52 270 marks par kilomètre (79 550 marks pour la voie normale, 41 900 marks pour la voie étroite).

Sur 160 réseaux en exploitation normale et dont les bénéfices sont connus, 50 n'ont rien donné l'an dernier ; 100 ont distribué de 1 à 5 % du capital, 7 ont donné de 5 à 10 % et 3 seulement plus de 10 %.

Presse de forge hydraulique, à cylindre auxiliaire à vapeur.

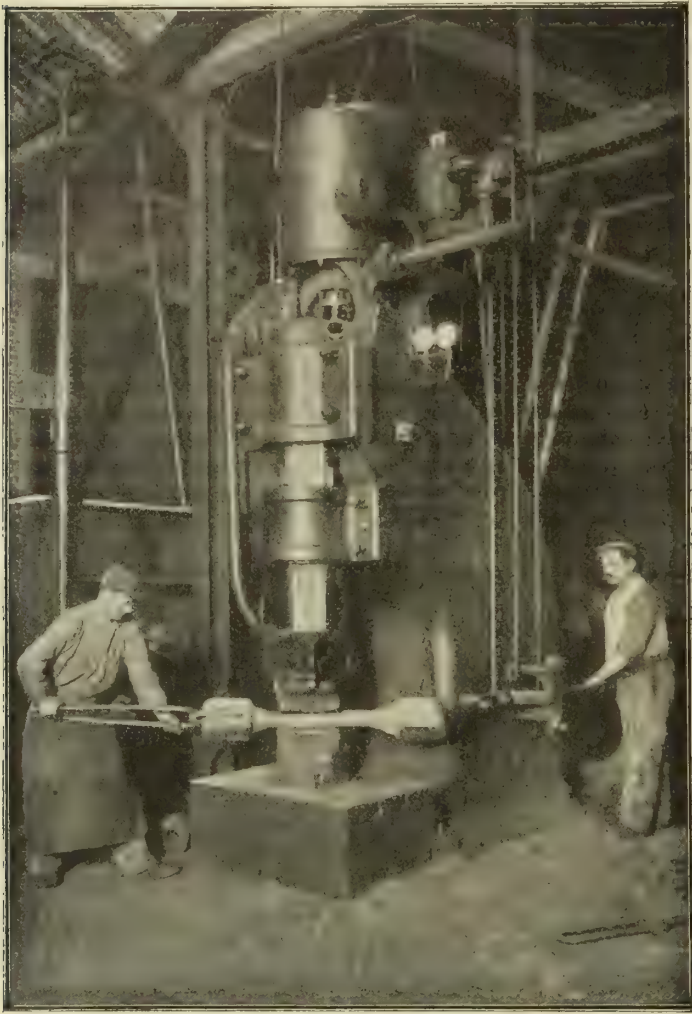
Le développement pris dans ces dernières années par les presses de forges tient aux avantages que présentent ces engins sur les marteaux à vapeur : diminution des trépidations, et, par suite, fondations de moindre importance, efforts prolongés et pénétrant le métal à cœur, travail plus précis et façonnage plus méticuleux de la pièce, moindres dépenses d'entretien, de personnel attaché à la manœuvre de la machine, et enfin de vapeur. Les gros pilons ne travaillent d'ailleurs pas sensiblement plus vite que les presses, en raison du temps perdu pour les courses de montée. Toutefois, les petits marteaux, donnant un certain nombre de coups par minute, présentent une supériorité sensible par leur rapidité d'action.

La presse hydraulique représentée par la figure ci-dessous a été étu-

(1) Voir le *Génie Civil*, t. XXXVIII, n° 49, p. 345.

diée dans le but de réunir les avantages des deux genres de machines-outils : elle comporte un mécanisme de relèvement à vapeur, qui fonctionne rapidement et augmente notablement la capacité de travail de l'installation.

Le bâti, très important, est en acier coulé, et porte le cylindre hydraulique, au-dessus duquel se trouve le cylindre à vapeur. Le mécanisme auxiliaire de manœuvre consiste en un compresseur hydraulique à vapeur, combiné avec le bâti de la presse et qui comprime l'eau dans le pot de presse. Pendant le relevage du plateau



Presse de forge hydraulique, à cylindre auxiliaire à vapeur.

mobile, l'eau retourne dans le cylindre de la pompe et l'opération peut recommencer dans les mêmes conditions. Un réservoir d'eau sert d'ailleurs au remplissage préalable du cylindre hydraulique, de telle sorte que la dépense de vapeur ne correspond qu'à la quantité supplémentaire exigée pour la compression de la pièce à forger.

Cette machine se prête, non seulement aux travaux de forge proprement dits, mais au pliage, étampage et emboutissage de toutes sortes de pièces métalliques, notamment de celles qui entrent dans le matériel des chemins de fer ou dans la construction des navires. Les ateliers Breuer, Schumacher et C^{ie}, de Kalk près Cologne, en construisent plusieurs modèles qui peuvent donner des pressions de 200 à 500 tonnes et se prêter à de nombreuses applications.

Indicateur de débit de vapeur.

L'indicateur de débit imaginé par MM. Bayntun et Bamber est destiné à mesurer la quantité de vapeur qui passe dans une conduite pendant un temps donné. L'appareil se prête à l'enregistrement sur un tambour. Nous en donnons la description d'après l'*Electrical Review*. Sur une conduite de vapeur VV' (fig. 1), supposons que, A étant une valve ordinaire, on intercale en B une soupape chargée d'un poids P. La différence de pression entre les deux faces de cette soupape étant constante, un débit donné de vapeur correspondra à une levée déterminée si la pression reste rigoureusement constante. Si donc on transmet le mouvement de cette soupape à un index extérieur, on pourra avoir à tout instant la mesure du débit.

Toutefois, l'indicateur en question est essentiellement un indicateur volumétrique, alors que le facteur intéressant à connaître est le poids de vapeur débité dans l'unité de temps.

Les inventeurs ont tourné cette difficulté par l'addition d'un appa-

reil correcteur, qui tient compte de la pression — et, par suite, de la densité — de la vapeur, en variant le bras de levier de l'index indicateur ou enregistreur.

La figure 2 montre un appareil établi sur ce principe, avec cette différence que la valve *v* est articulée au lieu d'être à levier parallèle. A est un amortisseur, et C un cylindre de compensation qui, en variant le bras de levier comme nous l'avons dit précédemment, tient compte de la pression.

La charge de la soupape est généralement faible, et juste suffisante

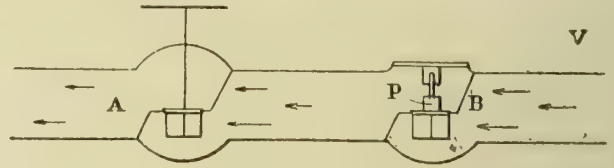


FIG. 1. — Schéma de l'indicateur de débit.

pour vaincre les frottements. Dans certains cas, le poids seul de la soupape est suffisant.

Les figures 3 et 4 montrent une forme plus simple d'indicateur, pourvu d'une vis supérieure V, qui permet de l'employer en même temps comme une valve ordinaire. La partie supérieure A de la soupape forme amortisseur.

Un appareil de ce genre peut constituer un auxiliaire très utile dans

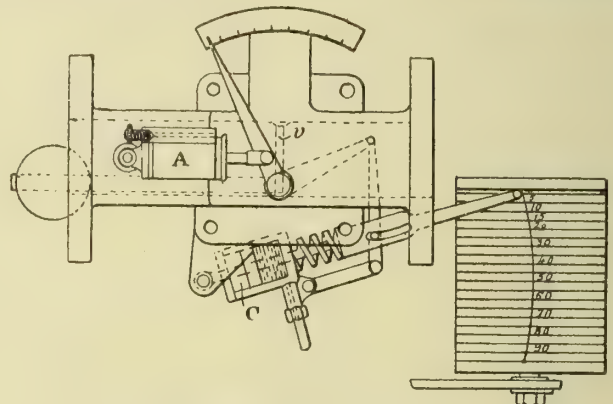


FIG. 2. — Enregistreur compensé.

les usines d'électricité. Jusqu'ici, en effet, on n'a d'autre moyen de mesurer la consommation d'une machine à vapeur ou le débit d'une chaudière que par le jaugeage de l'eau condensée ou introduite; ces mesures sont laborieuses, elles ne tiennent pas compte de l'eau entraînée, et ne se prêtent pas à des lectures instantanées. Un indica-

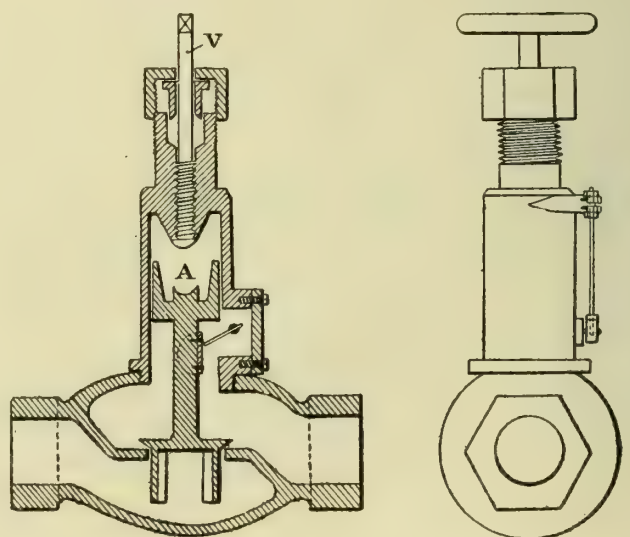


FIG. 3 et 4. — Élévation et coupe de l'indicateur-valve.

teur continu permettrait de faire des relevés réguliers, et d'en tracer des diagrammes en regard des diagrammes de la production électrique.

L'application d'un indicateur sur chaque chaudière doit permettre de suivre sa production, et de faire ressortir les réductions de rendement, l'influence des incrustations, etc. En un mot, il peut être d'un secours très efficace dans l'étude de la marche d'une station, et la recherche des conditions économiques de production.

CORRESPONDANCE

Pour l'histoire de l'aéronautique.

A propos d'un livre récent de M. Santos-Dumont.

MONSIEUR L'ADMINISTRATEUR-DÉLÉGUÉ DU *Génie Civil*,

Ayant eu l'honneur de traiter, à diverses reprises, les questions d'aéronautique dans le *Génie Civil*, je crois de mon devoir de mettre vos lecteurs en garde contre plusieurs erreurs qui se trouvent contenues dans le livre que vient de publier M. Santos-Dumont. Il me paraît, en effet, impossible de ne pas protester contre certaines affirmations d'après lesquelles l'aéronaute brésilien s'attribue une part vraiment exagérée dans les découvertes qui, depuis vingt ans, ont jalonné les progrès de la navigation aérienne.

L'éditeur a écrit, pour ce volume intitulé *Dans l'air*, quelques lignes de présentation dans lesquelles il est dit :

« Ce livre, document unique pour l'histoire de la navigation aérienne, ne captivera pas seulement les aéronautes professionnels ; il est attrayant comme le plus beau des romans d'aventures, car il est un roman vécu. »

Cette dernière phrase caractérise assez bien l'essai d'autobiographie dont il s'agit : c'est un roman. On ne peut donc pas trop s'étonner si l'auteur a pris avec l'histoire quelques privautés, comme le font trop souvent les romanciers. Il lui suffit de quelques traits de plume pour résumer la situation avant lui : Qu'avait-il été fait vers la solution du problème ? Rien. — Il n'avait jamais existé de ballons automobiles avant M. Santos-Dumont. Il lui a fallu tout inventer de toutes pièces et, de tous les dispositifs successifs qui caractérisent ses diverses étapes et lui ont permis de réaliser les expériences, très belles en réalité, que l'on connaît ⁽¹⁾, il n'en est pas un qui ne soit sorti tout armé de son cerveau, pas un dont les prédécesseurs de M. Santos-Dumont aient eu la moindre idée.

On étonnerait beaucoup M. Santos-Dumont, sans doute, en lui disant que, dès ses débuts, au contraire, il aurait pu faire, sans tâtonnements, une machine aussi perfectionnée que son n° 6, parce que les perfectionnements qu'il s'est progressivement appropriés étaient tous connus, et la plupart expérimentés.

On pourrait se contenter de sourire d'un cas de self-admiration ingénue ; mais il n'est pas inutile de rétablir quelques faits, parce qu'il serait fâcheux de voir écrire l'histoire avec les seuls documents qui nous sont fournis aujourd'hui.

Les petites rectifications qui s'imposent n'enlèvent rien au mérite particulier des expériences de M. Santos-Dumont. Sa part, dans l'histoire de la locomotion aérienne est réellement très belle : il a ramené l'attention vers la conquête de l'air par son extraordinaire brio et son activité dévorante ; son sang-froid, son insouciance du danger en font un héros populaire à juste titre. Mais ces qualités reconnues et pour lesquelles on lui a prodigué les louanges, ne suffisent pas à faire un grand inventeur.

Ceci dit, nous sommes plus à l'aise pour présenter les réserves, trop justifiées, que nous devons formuler.

En lisant le livre, en somme fort intéressant, qui nous occupe, nous trouvons à la page 30 un passage qui révèle l'état d'âme de l'auteur. C'était en 1891 ; il arrive à Paris : « Je vais, se dit-il, voir des choses nouvelles — ballons dirigeables et automobiles ! » Il court la ville et s'informe.

Ici nous copions textuellement : « A mon vif étonnement, j'appris qu'il n'existait pas de ballon dirigeable, qu'il n'y avait que des ballons sphériques, comme celui de Charles en 1783 ! De fait, personne n'avait, après Henri Giffard, poursuivi la recherche d'un ballon allongé actionné par un moteur thermique. L'essai de ballons similaires à moteur électrique, tenté par les frères Tissandier en 1883, avait été repris par deux constructeurs l'année suivante, et finalement abandonné en 1885. Depuis des années, on n'avait donc vu dans les airs aucun ballon en forme de cigare. »

Les « deux constructeurs » anonymes, ce sont Renard et Krebs. On ne pouvait pas les débarquer plus galamment, et comme ils n'ont pas donné signe de vie depuis 1885, il y a prescription, n'est-ce pas ? Mais cela n'empêche que le ballon *la France* fut, sans conteste, le premier navire aérien qui put décrire un circuit fermé, et cela, cinq fois sur sept ⁽²⁾. Les résultats de 1885 n'ont pas été surpassés ni même atteints par M. Santos-Dumont, qui affecte de les ignorer si délibérément, et M. Santos-Dumont a été dépassé largement, depuis lors, par MM. Lebaudy. Nous ne pensons pas que les ascensions mouvementées et illustrées d'accidents de M. Santos-Dumont puissent être comparées aux très beaux voyages accomplis avec une si parfaite sécurité dix-huit ans auparavant. L'aéronaute brésilien a obtenu, dira-t-on, une plus grande vitesse : c'est possible ; mais cette vitesse fut de si peu plus grande qu'elle ne peut que prouver l'écrasante infériorité de

son appareil. Ce n'était pas la peine d'appliquer une force motrice deux fois plus grande sur un ballon trois fois plus petit, pour obtenir un résultat aussi mince.

Laissons à chacun son mérite : à M. Santos-Dumont, le sang-froid, l'agilité qui le font sortir indemne de tous les périls, et que surexcite sans doute un certain amour de la renommée ; à MM. Renard et Krebs, la science réfléchie qui n'accepte que les solutions mûries sagement et ne sacrifie pas à la vaine réclame. On aura beau faire et dire, ce n'est pas ce qui leur enlèvera l'honneur d'être, et pour toujours, les véritables créateurs du ballon automobile.

En poursuivant notre lecture, nous trouvons, page 149, le récit de la merveilleuse invention de la nacelle allongée ou poutre armée et, à la page suivante, celle des suspensions en fils d'acier. Citons :

« Une idée menant à une autre, j'imaginai quelque chose de tout à fait neuf en aéronautique. Je me demandai pourquoi je n'utiliserais pas également les cordes de piano pour toutes les suspensions de mon dirigeable, de préférence aux câbles dont on se servait jusqu'ici pour les aérostats... Ces cordes de piano, dont le diamètre est de huit dixièmes de millimètre, possèdent un haut coefficient de rupture et une si mince surface que leur substitution à la corde ordinaire constitue un plus grand progrès que beaucoup d'inventions plus brillantes, etc. »

Or, la poutre armée du ballon *la France* existait dix-huit ans avant celle de M. Santos-Dumont.

Quant aux cordes à piano, M. Santos-Dumont a commencé à les employer avec ses ballons n° 3 et n° 6, c'est-à-dire en 1901. Or, coïncidence curieuse, la *Revue générale des Sciences* avait publié, en septembre 1900, un article de M. Tatin, d'où nous détachons le passage suivant : « ...il est cependant facile de s'affranchir, du moins en grande partie, de ces résistances excessives, et, déjà en 1883, dans un mémoire remis à cette époque à l'Académie des Sciences, nous proposons la réduction de la résistance due aux trop nombreux cordages de suspension, en les remplaçant par quelques fils d'acier, dits cordes à piano ; enfin, tout le reste, moteur, agrès divers et personnel, devait être placé dans une nacelle très allongée, entièrement fermée et de forme extérieure semblable à celle du corps principal... ».

En se reportant au mémoire de M. V. Tatin, présenté à l'Académie et dont nous avons une copie entre les mains, on voit que cette question des nacelles allongées et des cordes à piano y est très nettement développée et étayée de raisons. Ce mémoire a été couronné par l'Académie. Non seulement, donc, il faudrait faire remonter à M. V. Tatin le mérite de l'idée, mais on peut même ajouter que M. Santos-Dumont ne pouvait l'ignorer, car M. Tatin avait fait sur ce sujet, en 1900, à une soirée de l'Aéro-Club, une conférence à laquelle M. Santos-Dumont assistait, et cette conférence avait été développée par son auteur dans une étude publiée dans le numéro de mars 1901, de l'*Aérophile*.

Nous trouvons encore, en fin de la page 232, une allégation tout aussi contestable, lorsque M. Santos Dumont parle du ballon *Ville de Paris* ⁽¹⁾, que M. Deutsch « construisait, dit-il, en s'inspirant de mon n° 6 ». M. Santos-Dumont n'a pas eu, croyons-nous, à se plaindre de M. Deutsch (de la Meurthe), et cette petite accusation de plagiat est pour le moins malencontreuse ; mais approfondissons. M. H. Deutsch déclare que, pour les dispositions de son dirigeable, il s'en est entièrement rapporté à son constructeur ; or, ce constructeur est précisément M. V. Tatin, et il n'est pas difficile d'imaginer lequel des deux, de M. Tatin ou de M. Santos-Dumont, avait besoin des lumières de l'autre. Tout le monde sait d'ailleurs — et nous avons eu l'occasion de voir des lettres de M. Santos-Dumont qui en font foi — que cet aéronaute, pendant qu'il apportait des perfectionnements à ses ballons, avait fréquemment recours aux conseils de M. Tatin à qui sont dues, notamment, les études et les plans des hélices de M. Santos-Dumont. Les rôles ont donc été simplement intervertis.

Voilà ce qu'il était nécessaire de dire, afin de ne point laisser se créer une légende — par préterition. Le culte du « moi » est excusable évidemment chez les hommes d'action ; il ne faut pas cependant le pousser au point de se figurer qu'il n'y a rien eu avant nous et qu'il n'y aura sans doute rien après nous. Quant aux petites erreurs qu'un pareil état d'âme a provoquées, les Ingénieurs français, dont l'auteur s'attribue les idées et les inventions avec une si parfaite désinvolture, n'auront fait qu'en sourire. Empressons-nous d'ajouter que le livre est fort amusant, sinon fort instructif. Écrit pour les gens du monde, il manque de partie documentaire et de chiffres, et, quant aux *épreuves* annoncées sur la page de titre, ce sont de simples croquis à la manière de Bob ; la signature de leur auteur qui y est apposée en fait tout le prix.

En vous remerciant de l'hospitalité que vous avez bien voulu accorder à cette longue lettre, qui m'a paru nécessaire pour remettre les choses au point, je vous prie d'agréer, etc...

L^t-Colonel G. ESPITALIER.

(1) Voir le *Génie Civil*, t. XL, n° 48, p. 289, et n° 49, p. 309.

(2) Voir le *Génie Civil*, t. V, n° 48, p. 303.

(4) Voir le *Génie Civil*, t. XLIV, n° 8, p. 123.

SOCIÉTÉS SAVANTES ET INDUSTRIELLES

Académie des Sciences.

Séance du 30 mai 1904.

Chimie. — *Effets chimiques de la lumière : Action de l'acide chlorhydrique sur le platine et sur l'or.* Note de M. BERTHELOT.

Il résulte des expériences de l'auteur que, sous l'influence de la lumière et de l'oxygène, l'or et le platine sont lentement attaqués par l'acide chlorhydrique fumant.

Cette attaque a lieu aisément en présence du chlorure manganéux parce que, placé dans l'acide chlorhydrique fumant, celui-ci y détermine la formation d'une certaine dose de chlore libre, sous les influences combinées de l'air et de la lumière. Au contraire, quand cet acide est parfaitement pur, il demeure inattaqué, sans fournir de chlore, dans les mêmes conditions. Il n'en est pas de même en présence de l'or ou du platine; ces métaux donnent lieu à la formation d'une certaine dose de chlorure, même avec l'acide chlorhydrique pur et fumant, exempt de sel de manganèse ou de fer et sous l'influence prolongée de la lumière.

Chimie générale. — *Sur la formation dans la nature des minerais de vanadium.* Note de M. A. DITE.

Le vanadate de plomb est à peu près le seul minéral de vanadium que la nature offre avec quelque abondance, tantôt simple, tantôt combiné et constituant le chlorovanadate de plomb. Sa formation peut s'expliquer en considérant l'action des eaux naturelles qui, circulant froides ou chaudes, sous une pression plus ou moins grande, dans les profondeurs du sol, y prennent du vanadium en agissant sur les diverses roches de l'écorce terrestre qu'elles désagrègent et en se chargeant d'acide vanadique ou de vanadates plus ou moins solubles dans l'eau. Ces eaux vanadiées sont ensuite arrivées en contact avec les principaux minerais de plomb (galène, anglésite, céruse) que l'on rencontre dans la nature, et les ont transformés partiellement en vanadate de plomb qui constitue les différents minéraux dans lesquels le vanadium, primitivement disséminé dans les roches, est venu se concentrer.

Chimie minérale. — *Étude de la solubilité du silicium dans l'argent. Sur une variété de silicium cristallisé soluble dans l'acide fluorhydrique.* Note de MM. H. MOISSAN et F. SIEMENS.

Le silicium est beaucoup plus soluble dans l'argent que dans le plomb et dans le zinc. Le silicium cristallisé, qui se rencontre dans le métal solidifié, renferme une certaine quantité d'une variété allotropique de silicium soluble dans l'acide fluorhydrique.

Mécanique. — *Sur le rendement du joint universel.* Note de M. L. LECORNU, présentée par M. Léauté.

Dans cette note, l'auteur évalue le rendement du joint universel, appelé aussi *joint de Cardan*; la question présente un certain intérêt, en raison des applications récentes de cet appareil dans l'automobilisme et dans le train Renard⁽¹⁾; la question est étudiée dans le cas où les rayons des tourillons sont très petits par rapport à leur distance au centre du joint et où l'on suppose les mouvements assez lents pour que l'influence des forces d'inertie soit négligeable.

Photographie. — *Sur une nouvelle méthode d'obtention de photographies en couleurs.* Note de MM. AUGUSTE et LOUIS LUMIÈRE, présentée par M. Mascart.

La méthode qui fait l'objet de la présente communication est basée sur l'emploi de particules colorées (fécule de pomme de terre teinte en vert, en rouge orangé ou en violet) déposées en couche unique sur une lame de verre, puis recouvertes d'un vernis convenable et enfin d'une couche d'émulsion sensible. On expose par le dos la plaque ainsi préparée, on développe et l'on inverse l'image qui présente alors, par transparence, les couleurs de l'original photographié.

Les difficultés que les auteurs ont rencontrées dans l'étude de cette méthode sont nombreuses, mais les résultats qui accompagnent leur note prouvent qu'elles ne sont pas insurmontables.

Physique. — I. — *Sur l'émission simultanée des rayons N et N₁.* Note de M. Jean BECQUEREL, présentée par M. H. Becquerel.

On sait que les rayons issus de la compression d'un corps (rayons N) jouissent de la propriété d'augmenter la sensibilité de la vision et produisent, sur une surface susceptible de les emmagasiner, le même effet, au point de vue du rayonnement, qu'une compression normale à cette surface, et que les rayons issus de l'étirement d'un corps (rayons N₁) jouissent de la propriété de diminuer la sensibilité de la vision et produisent sur une surface susceptible de les emmagasiner le même effet qu'un étirement normal à cette surface.

Les recherches de M. J. Becquerel montrent que les rayons N et les rayons N₁ qui, une fois sortis de leur source, semblent être de même nature au point de vue des propriétés optiques (réflexion, réfraction, diffraction), mais qui proviennent, les premiers d'une compression, les seconds d'une dilatation, peuvent garder en quelque sorte le souvenir de leur origine pour produire des effets inverses sur les surfaces qui les emmagasinent, ou sur la sensibilité de nos sens. Il semble que l'effet mécanique qui a donné naissance à l'émission de la source se transmette avec le rayonnement sur la surface qui le reçoit.

II. — *Sur un nouveau régulateur du vide des ampoules de Crookes.* Note de M. KROUCHKOLL, présentée par M. Lippmann.

Bunsen a étudié, dans plusieurs séries d'expériences, l'attraction capillaire que la surface du verre exerce sur les gaz et il a montré que l'on pouvait augmenter l'étendue de la surface absorbante d'un récipient en verre en y introduisant des filaments de verre, comme ceux qui sont employés pour le tissage des étoffes en verre. L'auteur a eu l'idée d'appliquer ce fait au réglage du vide des tubes de Crookes.

Son régulateur présente l'avantage d'être d'une construction très facile; il fournit, en outre, un réglage pour ainsi dire automatique. Lorsque l'anticathode s'échauffe, la chaleur dégagée dans l'ampoule suffit à faire dégager un peu de gaz du coton de verre et à maintenir l'état du tube invariable pendant une durée très grande.

III. — *Sur un phénomène analogue à la phosphorescence, produit par les rayons N.* Note de M. E. BICHAT.

Si l'on emploie comme source de rayons primaires un rayon quelconque d'indice n , le faisceau de rayons secondaires est constitué uniquement par des radiations d'indices plus grands que n ; on ne trouve aucun rayon d'indice plus petit. Il y a donc transformation des radiations primaires en radiations plus réfringibles. Or M. Blondlot a démontré que, pour les rayons N émis par la lampe Nernst, la longueur d'onde croît en même temps que l'indice. Les radiations secondaires sont donc de longueurs d'onde plus grandes que les radiations primaires, ce qui est conforme à la loi de Stokes.

IV. — *Action des anesthésiques sur les sources de rayons N₁.* Note de M. Julien MEYER, présentée par M. Mascart.

Comme les sources de rayons N, les sources de rayons N₁ subissent l'action des anesthésiques.

Physique biologique. — *Cas d'émission de rayons N après la mort.* Note de M. Augustin CHARPENTIER, présentée par M. d'Arsonval.

Cette note démontre que l'émission de rayons N par le système nerveux peut (dans certaines conditions, comme la momification) persister après la mort au moins apparente de l'organisme et être augmentée par des excitations d'origine réflexe, lesquelles ne produisent rien de tel sur des corps inorganiques comme le liège ou le papier buvard imbibé de la solution salée physiologique.

Topographie. — *Sur l'emploi d'images stéréoscopiques dans la construction des plans topographiques.* Note de M. A. LAUSSEDAT.

L'auteur montre comment la stéréoscopie tend à s'introduire dans la topographie, en substituant une nouvelle méthode, celle des *parallaxes*, à la méthode des *intersections*. On reproche, en effet, à celle-ci de rendre difficile l'identification des deux images d'un même point et de modifier sensiblement l'aspect du paysage quand les vues sont prises de stations éloignées, ce à quoi on est cependant obligé

pour avoir des recoupements orthogonaux. Ce n'est pas, à proprement parler, la stéréoscopie ordinaire, que l'on emploie dans la nouvelle méthode, mais une stéréoscopie *exagérée* qui donne au paysage un relief saisissant se prêtant à des mesures de distances et de hauteurs, éléments de construction des plans.

Pour obtenir l'effet habituellement recherché de l'illusion physiologique de la vision binoculaire, les deux vues doivent être prises de points écartés l'un de l'autre comme les deux yeux, c'est-à-dire de 0^m 06 à 0^m 07.

En espaçant davantage les stations (6 à 7 mètres), mais en rapprochant ensuite les deux images obtenues, dans un stéréoscope, l'illusion du paysage naturel est remplacée par une autre que l'on peut comparer à la vue d'un modèle en relief analogue à ceux des places fortes ou des ports de mer qui se trouvent aux Invalides et au Musée naval.

Pour utiliser les effets de cette stéréoscopie exagérée à la construction des cartes topographiques, on peut avoir recours, par exemple, à l'instrument de haute précision du docteur Pulfrich, d'Iéna, désigné sous le nom de *stéréocomparateur* et déjà employé en astronomie; on parvient, par la méthode des parallaxes, à rapporter, sur un plan et à une échelle déterminée, les positions relatives d'autant de points que l'on peut en avoir besoin pour tracer la projection horizontale des divisions du terrain et les courbes de niveau des parties du paysage qui conservent un relief suffisant.

L'auteur expose le principe, d'ailleurs très simple, des opérations à effectuer par la méthode en question, et cite les applications qui en ont été faites avec des instruments divers mais analogues à celui du docteur Pulfrich, en Suisse, en Allemagne, au Cap de Bonne-Espérance et au Canada.

A. B.

BIBLIOGRAPHIE

Revue des principales publications techniques.

AGRICULTURE

Irrigation par pompes électriques. — *L'Electrical Review*, du 23 janvier, signale les travaux d'irrigation entrepris dans une région aride voisine de Los Angeles (Californie), et qui ont eu pour effet de la transformer en une plaine fertile, propre à la culture de l'oranger.

L'eau se rencontre à une profondeur de 15 à 300 mètres. L'élévation se fait par pompes électriques, l'énergie étant fournie sous 15 000 à 33 000 volts par une station hydraulique située dans la Sierra Madre, à 130 kilomètres.

Chaque puits dessert une superficie de 20 à 30 hectares. Il est surmonté d'une petite construction dans laquelle se trouve la pompe et le moteur électrique. La puissance en varie de 30 à 75 chevaux. Le moteur est accouplé directement ou par courroie.

Bien que cette entreprise ne date que de trois ans, il existe déjà 500 à 600 stations de pompage, et la valeur du terrain est passée de 1 500 à 2 500 francs l'acre. Une seule récolte est quelquefois suffisante pour payer le terrain.

CHEMINS DE FER

Parcours à grandes vitesses sur les chemins de fer anglais. — Les parcours à grandes vitesses que les Compagnies de chemins de fer anglaises ont coutume de réaliser dans le courant de l'été, au moment du départ du Parlement et des grandes villégiatures, ont été, cette année, déjà organisés par le London and North Western. Le 2 mai dernier, un service a été établi sur Manchester, avec un seul arrêt à Stockport, et franchissant le parcours en 3 heures et demie, au lieu de 4 heures un quart qu'il fallait, il y a deux ans seulement.

Cette Compagnie possède d'ailleurs la meilleure des quatre lignes qui relient Londres à Manchester.

Le Midland, qui vient ensuite, a des trains qui vont de Saint-Pancrace à Leicester en 1 h. 47 m., soit 90^{km} 6 à l'heure.

Le Great Western et le London and South Western ont réalisé, le 9 avril dernier, un concours de vitesse pour le service du courrier apporté par le steamer *Saint-Louis* à Plymouth. Le Great Western a couvert les 396 kilom. de Plymouth à Paddington (12 minutes d'arrêts intermédiaires) en 4 h. 17 m. ;

(1) Voir le *Génie Civil*, t. XLIV, n° 7, p. 97.

le South Western a franchi les 428 kilom. du port à la gare de Waterloo en 4 h. 20 m.

Un train spécial de la même Compagnie, desservant le transatlantique *Philadelphia*, a parcouru 371 kilom. sans arrêt en 4 heures et demie; c'est, dit la *Zeitung des Vereines deutscher Eisenbahnverwaltungen*, du 11 mai, le record des parcours réguliers sans arrêt. On peut en rapprocher le trajet du train qui, le 14 juin dernier, a transporté le Prince de Galles de Paddington à Plymouth en 3 h. 54 m. (vitesse de 101 kilom.) et d'autres, plus rapides encore (de Preston à Carlisle, 144^{km} 8, à la vitesse de 110 kilom.) mais purement exceptionnels.

Le chemin de fer de l'Albula. — La construction de cette ligne de chemin de fer, en Suisse, qui a déjà fait l'objet d'une description (1) dans le *Génie Civil*, est également étudiée dans une série de sept articles de l'*Engineer* commençant avec le numéro du 4 mars dernier.

CHIMIE INDUSTRIELLE

La culture de la coca et la fabrication de la cocaïne. — Dans la *Revue générale de chimie pure et appliquée*, du 15 mai, M. Nathan Lévy décrit l'état actuel de la culture de la coca au Pérou et en Bolivie et la fabrication dans ces pays de la cocaïne qui en est extraite.

Dans une première partie, l'auteur expose d'abord les conditions culturales de la plante qui croît dans les terrains argileux légèrement humides jusqu'à 2000 mètres d'altitude, n'exige qu'une fumure légère et demande relativement peu de soins. La plante se reproduit par graines en pépinière et se repique ensuite en pleins champs. A deux ans, elle donne sa première récolte, puis continue à donner trois récoltes par an (quatre quand l'année est exceptionnellement pluvieuse) pendant cinquante ans et plus.

La récolte et la dessiccation des feuilles sont des opérations délicates; de leur succès, qui peut être compromis irrémédiablement par la plus petite averse, dépend la conservation du parfum et des propriétés de la feuille. Les planteurs tendent de plus en plus à employer la dessiccation artificielle et méthodique dans des étuves à air chauffées à 30 ou 40 degrés. L'auteur termine cette première partie par quelques mots sur l'emploi de la coca au Pérou; la feuille desséchée y est machée après avoir été additionnée d'une petite quantité de chaux, afin sans doute de mettre l'alcaloïde en liberté. Les indigènes et les mineurs qui en font un grand usage la considèrent non seulement comme un aliment d'épargne, mais aussi comme un tonique et un reconstituant.

Toutes les tentatives faites pour extraire avec profit la cocaïne des feuilles de coca apportées en Europe sont restées vaines; leur emballage et leur arrimage sous forme de ballots perméables à l'humidité tiède qui règne toujours dans la cale des navires faisant perdre à la plante la majeure partie de son alcaloïde. On n'extraît ainsi, au maximum, que 2 grammes par kilogramme de feuilles.

L'extraction se fait donc, au Pérou, de plus en plus sur les lieux mêmes de production et en partant de la feuille fraîche dont le rendement en cocaïne est au moins double de celui que donne la feuille desséchée la mieux conservée, soit au plus 8 grammes par kilogramme de feuilles sèches.

L'extraction n'est d'ailleurs ni coûteuse ni compliquée; elle comprend les cinq opérations suivantes :

1° Traitement par une lessive de carbonate de soude à 10 ou 12 degrés Baumé, destinée à mettre en liberté l'alcaloïde, lequel se trouve contenu dans la feuille à l'état de combinaison organique; la macération dure quarante-huit heures;

2° Lixiviation méthodique des feuilles imprégnées de lessive par le pétrole, ou, plus rarement, par la benzine, afin de dissoudre l'alcaloïde dans ces liquides;

3° Traitement du pétrole par une solution d'acide chlorhydrique à 5 ou 10 % selon la richesse; l'alcaloïde passe à l'état de chlorhydrate de cocaïne soluble;

4° Précipitation de la cocaïne de cette solution par le carbonate de soude après l'avoir traitée par le permanganate de potassium et filtrée, précautions sans lesquelles on n'obtiendrait qu'un produit coloré et non marchand.

La purification, qui a pour effet de débarrasser le produit brut obtenu précédemment des alcaloïdes

autres que la cocaïne qui l'accompagnent toujours, est très délicate et n'est pas industrielle; elle se fait le plus souvent en Europe au laboratoire et consiste essentiellement en un traitement par l'éther et l'alcool fort.

L'auteur donne des détails sur la conduite de ces opérations et sur les appareils qu'elles nécessitent. Il termine par le rappel des propriétés physiques, chimiques et organoleptiques de la cocaïne et de ses sels.

ÉLECTRICITÉ

Installations électriques pour les travaux du tunnel de Karawanken (Autriche). — Le tunnel de Karawanken, qui fait partie d'une série d'ouvrages destinés à la traversée du massif des Alpes Juliennes par une ligne de chemin de fer se dirigeant de Vienne vers Trieste, mesure 7670 mètres, et sa tête méridionale est voisine de la station de Birnbaum (sur la ligne de Tarvis à Laibach). Son point culminant est à la cote 630 mètres, les pentes sont de 3 et 6 ‰. Les chantiers n'emploient pas moins de 1700 ouvriers du côté nord et 2200 du côté sud parmi lesquels 1100 et 1200, respectivement, travaillent dans le tunnel, dont 4750 mètres étaient percés (en galerie d'avancement) au commencement de décembre 1903.

Dans une conférence reproduite par la *Zeitschrift des Oesterreichischen Ingenieur-Vereines*, du 6 mai, M. PERL, après avoir indiqué la marche des travaux, par galerie d'avancement à la base du tunnel, décrit les installations mécaniques et électriques employées à cette occasion. Des usines hydro-électriques ont été installées, l'une à 10 kilom. de la tête sud, l'autre à 2 kilom. de la tête nord.

Le courant triphasé, à 5000 volts, est amené sur les chantiers et utilisé notamment à la mise en marche de puissants ventilateurs. Il existe, du côté sud, deux groupes de trois ventilateurs centrifuges, dont les axes sont reliés entre eux et avec celui d'un moteur par des accouplements élastiques. Ces ventilateurs, montés en tension, donnent au besoin une pression de 3^m 50 d'eau.

Un autre emploi du courant est la propulsion des locomotives qui assurent le service de la traction sur des voies de 0^m 76, et peuvent remorquer 25 tonnes sur une pente de 35 millimètres, ou 150 tonnes sur une pente de 6 millimètres. On a construit une locomotive double, dont les deux parties sont réunies et commandées par un seul homme. On peut même, au besoin, coupler trois unités ensemble dans les mêmes conditions. Chacune d'elles a deux essieux actionnés par moteurs à courant continu de 25 chevaux. Leur vitesse est de 10 kilom. à l'heure. Le courant triphasé est transformé, pour la traction, par une commutatrice et un transformateur statique.

Du côté nord, l'installation est analogue en principe, et sert non seulement à la ventilation, mais à la manœuvre de perforatrices électriques à quatre mèches. Ces perforatrices sont à percussion; le piston porte-outil, muni d'un encliquetage qui assure la rotation de la mèche, est actionné par une manivelle; un puissant ressort, bandé pendant la course arrière, produit la percussion. La manivelle (vitesse 450 tours) est commandée par un moteur électrique de 2 chevaux (vitesse 1300 tours) suspendu élastiquement sur le bâti.

Un axe horizontal fileté, manœuvré à la main, permet de déplacer la machine sur son bâti. Le chariot, mobile sur la voie de la galerie, porte deux bûts superposés en forme de balanciers à axe horizontal, dont chacun soutient deux perforatrices. Ces machines, construites par Siemens et Halske, ont successivement fonctionné avec du courant continu et du courant triphasé.

HYDRAULIQUE

Mesure du débit des rivières à fond variable. — Dans l'*Engineering News*, du 21 avril, M. E. C. MURPHY expose deux méthodes qui viennent d'être imaginées par les hydrographes du corps des géologues des États-Unis, pour déterminer rapidement le débit des cours d'eau charriant beaucoup de matériaux solides.

Pour de pareils cours d'eau, le fond et, pour une même section droite, le périmètre mouillé varient constamment; il est donc impossible d'admettre qu'à une même hauteur des eaux en un point déterminé correspond toujours un même débit. On peut d'autant moins faire cette supposition, que le fleuve est plus facilement sujet à des variations rapides de niveau, les pentes de la surface libre

de l'eau pour une même hauteur étant différentes selon que les eaux montent ou baissent.

La première méthode consiste à établir une courbe de corrections moyennes pour tous les jours de l'année, donnant la quantité qu'il faut ajouter ou retrancher à la hauteur d'eau observée. Dans la deuxième on construit des courbes d'égal débit, correspondant à des hauteurs différentes selon les époques différentes de l'année.

Des graphiques et des tableaux indiquent comment ces méthodes doivent être appliquées.

HYGIÈNE

La prophylaxie de la tuberculose militaire. — M. le docteur CAZIOT développe, dans un mémoire publié par la *Revue d'Hygiène* d'avril 1904, l'idée qu'il avait déjà émise dans un récent travail, au sujet de la tuberculose dans l'armée.

Tout en admettant l'impossibilité d'étendre les mesures protectrices à tous les tuberculeux de l'armée : soldats à courte durée de service, sous-officiers rengagés ou non, etc., il estime logique et réalisable l'établissement d'un sanatorium destiné aux seuls militaires tuberculeux à longue durée de service. Mais la troisième solution, à laquelle il s'attache tout spécialement, serait la création d'un camp sanatorium où tous les candidats à la tuberculose, soit par hérédité, soit par antécédents personnels, et même les suspects et les guéris, accompliraient leur service militaire à la campagne, dans de saines baraques, avec exercice modéré au grand air, bonne alimentation et surveillance médicale constante.

L'aménagement, à cet effet, de quelques-uns des camps baraqués dont l'armée dispose lui semble tout indiqué pour soustraire ces faibles et ces débiles aux funestes influences de la condensation bacillaire des villes.

L'auteur, après avoir indiqué sommairement quelles catégories d'hommes devront être envoyés au camp sanatorium, estime approximativement à 2,5 % le chiffre des bacillisables, ce qui ferait, pour l'ensemble de l'armée, 10 000 à 12 000 hommes si ceux-ci devaient rester trois ans au camp; mais, si l'on se base sur les remarquables résultats obtenus sur les enfants par les œuvres civiles du grand air, on peut espérer qu'au bout de six mois, un an, dix-huit mois, un certain nombre de malingres auront été suffisamment tonifiés pour rejoindre leur corps d'origine, soit environ 6 000 hommes par an à isoler.

M. le docteur Caziot examine ensuite, dans leurs grandes lignes, les conditions qui devront présider au choix du camp sanatorium, dans une région sèche et pas trop froide; puis il donne un aperçu des dispositions à adopter dans l'installation des baraques, qui seront, autant que possible, en pierre et soumises à toutes les mesures essentielles de prophylaxie; il traite enfin les importantes questions du vêtement, de l'alimentation, du coucher et du service proprement dit. Celui-ci devra être approprié aux conditions de fragilité des hommes, à la température, etc. Des fiches individuelles seront tenues à jour et chaque homme sera examiné toutes les semaines par le médecin dont l'avis prévaudra toujours pour les questions d'hygiène du service, à l'intérieur et au dehors.

MÉCANIQUE

Moteur à gaz pour stations centrales. — M. R. D. MERSHON a présenté, sous ce titre, un mémoire à la New-York Electrical Society, et l'*Electrical Review* le reproduit dans son numéro du 12 mars.

A la suite de considérations générales bien connues, l'auteur fait remarquer que la tendance moderne est de construire des moteurs à double effet et à deux cylindres en tandem. Il insiste sur le rôle régulateur que jouent les masses alternatives.

Le prix d'installation des moteurs à gaz est beaucoup plus élevé que celui du matériel à vapeur (environ double); leur entretien et leur surveillance sont aussi plus coûteux. Par contre, la dépense en combustible est environ moitié moindre.

L'auteur établit, par suite, une comparaison entre la dépense totale par kilowatt-heure, en fonction du prix du combustible, pour une installation par machines à vapeur alternatives, par turbines à vapeur et par moteurs à gaz. L'installation, prévue pour un maximum de 1 500 kilowatts (quatre unités), est supposée avoir une utilisation de 0,5.

Dans ces conditions, le moteur à gaz se compare exactement avec la machine à vapeur alternative si

(1) Voir le *Génie Civil*, t. XLI, n° 23, p. 357; t. XLIII, n° 12, p. 488, et t. XLIV, n° 17, p. 273.

le charbon coûte 9 fr. 25 la tonne, et avec la turbine à vapeur s'il coûte 15 francs la tonne. Pour des prix plus élevés, le moteur à gaz a l'avantage. La machine à vapeur serait, au contraire, plus avantageuse dans le cas de stations établies à la mine même.

L'auteur estime toutefois que cette situation pourra se modifier dans un avenir prochain, en raison de progrès dans la construction des moteurs à gaz, et qu'il faut envisager leur substitution, à un moment donné, aux moteurs à vapeur.

MÉTALLURGIE

Déformation et rupture des fers et des aciers doux. — MM. F. OSMOND et Ch. FREMONT, qui ont étudié en collaboration avec M. G. Cartaud les différents modes de déformation et de rupture des fers et des aciers doux⁽¹⁾, reviennent sur cette question, dans la *Revue de Métallurgie*, d'avril, et en tirent les conséquences pratiques pour la solution du double problème que pose la fragilité possible des aciers doux, aux constructeurs pour la reconnaître, aux métallurgistes pour l'éviter.

Ils rappellent tout d'abord que le fer et les aciers doux possèdent simultanément deux structures, cellulaire et cristalline, et que chacune de ces structures a ses modes de déformation propres, conduisant à des modes de rupture différents : deux inconnues sont donc au moins à déterminer pour que l'on soit édifié sur les qualités mécaniques d'un échantillon de ces métaux. Ils rappellent également que les recherches récentes ont montré qu'il n'existait pas de relation régulière entre ces deux inconnues, qui doivent alors être étudiées séparément.

Les essais statiques, mettant surtout en jeu la déformation cellulaire, permettent de mesurer cette dernière.

Pour la détermination de la déformabilité cristalline, il y a trois méthodes : traction par choc sur fils, petites flexions alternantes répétées et flexion par choc de barrettes entaillées, que MM. Osmond et Fremont passent successivement en revue.

La première n'est intéressante que comme méthode de recherches, ne prenant pas le métal sous la forme où il doit être généralement employé.

Quant aux deux autres, les auteurs donnent la préférence à la méthode par essais au choc des barrettes entaillées, qui est la plus avantageuse au point de vue de la commodité, du temps et de l'argent.

Ils font remarquer que les méthodes auxquelles on est conduit, pour la mesure de la déformabilité cristalline, sont précisément celles qui ont été proposées pour la mesure de la fragilité; celle-ci prend donc, dans le cas du fer et de l'acier doux, une signification plus précise : elle est alors la limite des déformations cristallines, pratiquement nulles suivant les clivages du cube.

Actuellement, les usines obtiennent et donnent les conditions exigées par les essais statiques, avec une régularité et une approximation plus que suffisantes; elles devraient, d'après MM. Osmond et Fremont, réduire le nombre de ces essais et multiplier celui des essais de fragilité jusqu'à ce qu'elles aient toutes terminé leur apprentissage et modifié les habitudes défectueuses.

Dans la seconde partie de leur travail, ils étudient la question au point de vue des producteurs, et montrent que, pour combattre la fragilité cristalline, il y a deux choses à faire : 1° gêner la cristallisation pour éviter la continuité et la faiblesse des clivages; 2° favoriser les possibilités de déformation cellulaire en multipliant le nombre des cellules, c'est-à-dire la surface des joints par unité de volume, pour que la formation des bordures écrouées, le long des joints, absorbe le plus de travail possible.

On arrive à ces résultats par la composition chimique qui définit le tempérament de l'acier, puis par les traitements thermique et mécanique. Mais, c'est le traitement thermique qui, pour un acier de composition donnée, règle le plus souvent la qualité du produit fini. MM. Osmond et Fremont montrent que, dans cet ordre d'idées, on est conduit à combattre la cristallisation sous toutes les formes allotropiques ordinaires et, par conséquent, à hâter le refroidissement, si la température de finissage a été trop élevée pour ne pas abandonner l'acier à lui-même aux températures où la cristallisation est facile, et à couper les cristaux par une matière étrangère.

PHYSIQUE INDUSTRIELLE

Séparateurs d'huile, pour les eaux de condensation. — M. KÜHL passe en revue, dans la *Zeitschrift des Vereines deutscher Ingenieure*, du 16 avril, un certain nombre de filtres industriels, pour la séparation des matières grasses entraînées par la vapeur ou par les eaux de condensation. A ces deux cas correspondent des appareils de constructions différentes.

Il est naturel de procéder à la séparation le plus près possible de la machine à vapeur, et avant le passage au condenseur, surtout avec les condenseurs à surface, où les matières grasses, en adhérant aux tubes, constituent un obstacle grave à l'échange de chaleur, et amènent des détériorations de l'appareil.

Les séparateurs pour vapeur d'échappement consistent en récipients, munis intérieurement de nombreuses chicanes ou persiennes, le long desquelles les particules grasses s'attachent et finissent par se rassembler au fond, où elles sont recueillies. Dans certains cas, la vapeur circule en hélice le long des spires d'une vis en tôle renfermée dans le récipient. Le séparateur Balke comporte un filtre annulaire cylindrique, garni de fragments de coke, au centre duquel arrive la vapeur.

Les filtres pour l'eau de condensation comportent des compartiments traversés successivement par l'eau et obturés par des matières poreuses (sciure, coke) que le liquide est obligé de franchir en se dépouillant des matières grasses. L'auteur donne les plans de quelques appareils de ces diverses catégories.

Mesure des températures par les méthodes électriques. — L'*Engineering*, des 4, 11 et 18 mars, donne les extraits de trois conférences faites par M. H.-L. CALLENDAR F. R. S. à la Royal Institution sur les moyens que fournit l'électricité de mesurer la température.

Ces moyens sont au nombre de deux : 1° utiliser la variation de résistance électrique que produit, dans un fil, une variation de température; 2° mesurer la force électromotrice qui se produit quand on chauffe le contact de deux métaux différents.

Les deux méthodes sont susceptibles à la fois d'une très grande précision et d'une très grande sensibilité. Toutes deux peuvent fournir des indications à distance. L'auteur rappelle les avantages et les inconvénients de chacun des deux procédés et les cas spéciaux auxquels chacun d'eux convient plus particulièrement. Il indique pour la première méthode les lois de variation de différents métaux et les formes pratiques qu'il faut adopter pour le thermomètre à platine suivant certains cas qu'il indique.

L'étude se termine par une application de la méthode électrique de mesure des températures à la détermination des diagrammes d'un moteur à explosion sous des régimes de vitesses différents et à différentes températures. De ces recherches il résulterait qu'en général de semblables moteurs cessent de fonctionner économiquement faute d'une lubrification suffisante quand la température moyenne des parois atteint 300 degrés.

TRAVAUX PUBLICS

Drague à cuiller et à succion pour le canal de Tampico (Mexique). — Le Gouvernement mexicain a entrepris toute une série de travaux destinés à mettre en relations les ports de Tampico et de Tuxpan par un canal, puis de réunir ceux-ci à différents lacs salés de la côte atlantique.

Pour les travaux du canal qui aura 200 kilom. de longueur, 10 mètres au plafond et 2^m 40 de profondeur aux plus basses eaux, on emploie un modèle de drague spéciale, dont l'*Engineering News* donne la description dans son numéro du 21 avril. Cette drague a été construite en vue de répondre à des besoins différents en raison de la nature très variée des terrains rencontrés; elle peut opérer, soit par succion en affouillant au besoin avec des jets d'eau sous pression, soit au moyen d'une drague à cuiller montée sur une sorte de chèvre placée à l'avant du bateau et équipée à haubans. L'ancrage peut se faire au moyen d'un piquet de papillonnage placé à l'arrière.

La construction tout entière (machinerie, coque et superstructure) est de fabrication américaine; le montage a été fait sur place.

Ouvrages récemment parus.

Précis d'Astronomie pratique, par P. STROOBANT, Astronome à l'Observatoire royal de Belgique, Professeur à l'Université de Bruxelles. (*Encyclopédie scientifique des Aide-mémoire*). — Un volume, petit in-8° de 188 pages, avec 40 figures. — Gauthier-Villars, éditeur, Paris, 1904. — Prix : broché, 2 fr. 50; cartonné, 3 francs.

Cet ouvrage débute par les notions fondamentales de l'astronomie : le mouvement diurne de la sphère céleste et les systèmes de coordonnées; puis viennent quelques généralités sur le globe terrestre : notions sur la forme de la terre, coordonnées géographiques et réfraction atmosphérique.

L'auteur passe ensuite en revue les principaux types d'instruments, indique les formules de réduction et développe les méthodes d'observation et de mesure; il étudie le soleil et son mouvement apparent, ainsi que les coordonnées écliptiques et la parallaxe. Un chapitre est consacré au mouvement de la terre et aux phénomènes qui modifient les coordonnées célestes (précession, nutation, aberration, etc.).

Les derniers chapitres sont relatifs à la mesure du temps par le soleil, à la lune et à son mouvement et des notions sur les planètes, les comètes et les étoiles.

Les Métaux usuels, cuivre, zinc, étain, plomb, nickel, aluminium, par E. D'HUBERT, docteur ès sciences, professeur à l'Ecole supérieure de commerce de Paris. — Un volume in-16 de 96 pages, avec 26 figures (*Encyclopédie technologique*). — J.-B. Baillière et fils, éditeurs, Paris. — Prix : cartonné, 1 fr. 50.

L'auteur de cet opuscule étudie particulièrement six métaux d'emploi répandu, laissant de côté le fer et ses dérivés. Pour chacun d'eux il passe en revue les minerais, leur nature et leur provenance, les opérations métallurgiques aboutissant à la préparation du métal, et les renseignements économiques et commerciaux qui s'y rapportent. Signaux, pour le cuivre, les méthodes d'élaboration au Bessemer, l'affinage métallurgique et électrolytique; pour le zinc, les procédés électriques de réduction; pour le nickel et l'aluminium, les traitements chimiques ou électriques qui ont pris une extension spéciale.

Elemente des Wasserbaues (Éléments de technologie hydraulique), par Ed. SONNE, professeur à l'Ecole technique de Darmstadt, et Karl ESSELBORN, professeur à l'Ecole d'architecture de Darmstadt. — Un volume in-8° de 336 pages, avec 226 figures. — Engelmann, éditeur, Leipzig, 1904. — Prix : broché, 9 marks; relié, 10 marks.

Ce traité de technologie hydraulique, spécialement destiné aux élèves Ingénieurs et aux entrepreneurs de travaux hydrauliques, passe en revue tous les genres de travaux qui concernent cette branche de l'industrie.

Après avoir étudié les eaux naturelles (sources, nappes profondes, quantités de pluie tombée, mouvements des eaux souterraines, captage des sources isolées ou en groupe), les auteurs passent à la construction des réservoirs de toute catégorie et de toutes grandeurs : barrages-réservoirs, cuves métalliques, en maçonnerie, calculs de résistance, etc.; puis aux rigoles de dérivation et aux conduites d'eau (débit, dimensions, matériaux, déversoirs, vannes).

Les chapitres suivants traitent des cours d'eau et de leurs régimes : alimentation, débit, niveaux et leur statistique (mesures de vitesses, régimes torrentiels, cônes de déjection, crues, remous); des barrages (fixes, mobiles, à aiguilles, à rideaux, avec pertuis navigables, etc.); des estuaires et des travaux maritimes (protection des côtes, dragages).

L'ouvrage se termine par la navigation fluviale et ses conditions techniques : tirants d'eau, canalisation, alimentation des biefs, tracés, écluses, protection des rives (perrés, plantations) et par un chapitre spécial consacré à la construction des écluses.

Le Gérant : H. AVOIRON.

(1) Voir le *Génie Civil*, t. XLIV, n° 5, p. 76.

LE GÉNIE CIVIL

REVUE GÉNÉRALE HEBDOMADAIRE DES INDUSTRIES FRANÇAISES ET ÉTRANGÈRES

Prix de l'abonnement par an. — Paris : 36 francs; — Départements : 38 francs; — Étranger et Colonies : 45 francs. — Le numéro : 1 franc.

Administration et Rédaction : 6, rue de la Chaussée-d'Antin, Paris.

SOMMAIRE. — Chemins de fer : Le chemin de fer de la Jungfrau et ses nouvelles locomotives électriques (*planche VIII*), p. 105; L.-J. SIDLER. — Travaux publics : Pont en béton armé, à Soissons, p. 110; RIBOUD. — Mines : Appareils de sécurité en usage dans les exploitations minières d'Autriche-Hongrie (*suite et fin*), p. 113; H. SCHMERBER. — Matériaux de construction : Emploi des sables argileux pour la fabrication du béton, p. 115. — Variétés : Transbordeur à câble équilibré sur le Zambèze, p. 116;

— Perceuse verticale automatique, p. 117; — La conductibilité de l'atmosphère aux tensions élevées, p. 117; — Griffes pour l'ancrage des wagons de chemins de fer, p. 117.

SOCIÉTÉS SAVANTES ET INDUSTRIELLES : Société des Ingénieurs civils (3 juin 1904), p. 118; — Académie des Sciences (6 juin 1904), p. 118.

BIBLIOGRAPHIE : Revue des principales publications techniques, p. 119; — Ouvrages récemment parus, p. 120.

Planche VIII : Usine hydro-électrique du chemin de fer de la Jungfrau, à Lauterbrunnen (Suisse).

CHEMINS DE FER

LE CHEMIN DE FER DE LA JUNGFAU et ses nouvelles locomotives électriques.

Planche VIII.

Depuis la publication, en 1899, d'un article très documenté de M. H. Martin, sur le chemin de fer de la Jungfrau, dans le *Génie Civil* (1),

Si, au chapitre matériel roulant, nous nous étendons un peu longuement sur les locomotives, c'est que nous les croyons particulièrement intéressantes, tant au point de vue des principes qui ont guidé les constructeurs, qu'à celui des progrès réalisés dans leur construction.

Tracé de la ligne. — Le tracé (fig. 2, 3 et 5) part de la *Petite Scheidegg*, station culminante du chemin de fer qui va de Lauterbrunnen à Grindelwald (fig. 3). De ce point, la ligne conduit à ciel ouvert, sauf un tunnel de 87 mètres de longueur, à la station *Eigergletscher*, qui offre un magnifique coup d'œil circulaire : au sud, les parois nord de l'Eiger,



Eiger 3 970 m.

Mönch 4 095 m.

FIG. 1. — CHEMIN DE FER DE LA JUNGFAU : Vue de l'Eiger et du chemin de fer électrique.

les travaux se sont poursuivis avec activité, et six locomotives électriques sont actuellement en service. Nous croyons donc utile de jeter un nouveau coup d'œil sur l'ensemble des installations de ce chemin de fer.

du Mönch, de la Jungfrau et leurs glaciers; à l'ouest la Blumlisalp, le Breithorn, le Tschingelhorn; au nord, le Laubhorn, le Tschuggen, le Männlichen et, plus loin, le Faulhorn et le Schwarzhorn; à l'est, par delà la Grande Scheidegg, on aperçoit le sommet du Titlis, tandis que plus près, à la suite de l'Eiger, s'élèvent le Mettenberg et le Wetterhorn.

(1) Voir le *Génie Civil*, t. XXXIV, n° 25, p. 593, et n° 26, p. 413.

La station Eigergletscher, d'où l'on peut admirer les avalanches tombant de l'Eiger, du Mönch, des glaciers du Guggi et du Giessen, est à l'altitude de 2 323 mètres, au kilomètre 2,015.

En la quittant, la ligne entre dans le grand tunnel, dont la longueur sera d'un peu plus de 10 kilom. Sa largeur est de 3^m 7, sa hauteur de 4^m 35 et sa section de 16 mètres carrés (fig. 4).

La première station en galerie, Rothstockwand, livrée à l'exploitation le 2 août 1899, se trouve au kilomètre 2,880, à une altitude de

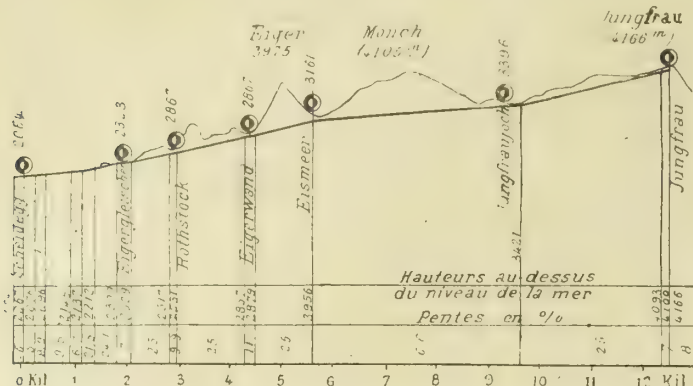


FIG. 2. — Profil en long du tracé définitif de la ligne.

2 530 mètres. De là, on peut atteindre, par un chemin taillé dans le roc, le sommet du Rothstock (2 668 mètres). La vue s'étend de ce point jusqu'au Jura, aux Vosges et à la Forêt Noire.

La deuxième, Eigerwand, livrée à l'exploitation en 1903, se trouve au kilomètre 4,400, à une altitude de 2 867 mètres. Cette station, de même que toutes celles qui suivront, est bâtie complètement dans le rocher. Elle se compose d'une grande salle dont la voûte est supportée par des piliers ménagés à cet effet.

La station en galerie la plus importante sera celle d'Eismeer. A côté

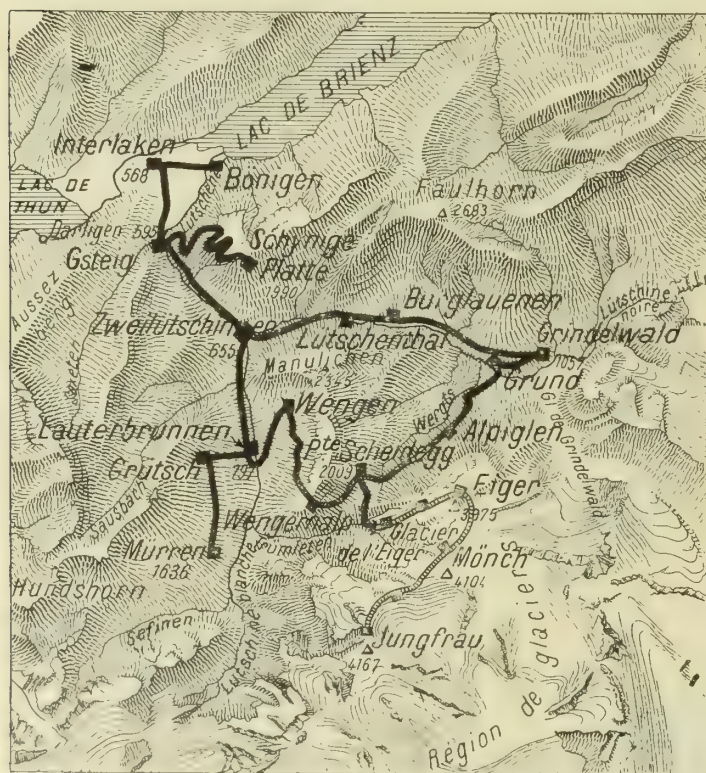


FIG. 3. — Carte des chemins de fer de l'Oberland bernois.

des salles d'attente et des buffets, elle contiendra encore, taillés dans le roc, des chambres à coucher pour les voyageurs, des appartements pour le chef de gare, le tenancier du buffet, etc.

Dans les stations en galerie, les parois, le plafond et le plancher sont revêtus de bois, tous les locaux sont éclairés et chauffés à l'électricité. Dans les salles principales, on pratiquera de grandes ouvertures avec fenêtres, et l'on établira des balcons, que l'on pourra retirer à l'intérieur pendant l'hiver.

En quittant la station Eigerwand, le tunnel s'infléchit, décrit une courbe de 500 mètres de rayon, et atteint sur le côté sud de l'Eiger, à une altitude de 3 161 mètres et au kilomètre 5,660, la station Eismeer. La vue est ici toute différente de la précédente : à droite, le col infé-

rieur du Mönch, le Bergli, avec la cabane du Club alpin, à une altitude de 3 299 mètres, puis le Walcherhorn, les Grindelwaldfischerhörner; plus loin, le Grand et le Petit Fischerhorn, et, les dominant tous, le Finsteraarhorn (4 275 mètres). De la station, on pourra descendre sur le Grindelwaldfischerfirn. Depuis Eigerwand, on aperçoit des cimes de hauteur moyenne, des pâturages; à Eismeer on aura devant soi la haute montagne, les régions où neige, glaciers et rochers règnent en maîtres incontestés et parfois terribles.

Le tracé continue ensuite en ligne directe jusqu'à la station Jungfrauoch, située au kilomètre 9,400, à l'altitude de 3 396 mètres.

Dans le projet primitif (1), on avait prévu entre ces deux dernières stations une station Mönchjoch, mais il aurait fallu donner au tunnel une contre-pente : en cas d'arrêt du courant, les locomotives en panne au milieu du tunnel n'auraient pas pu redescendre, par la simple gravité, à la station inférieure. On a préféré, avec raison, conserver cette garantie de sécurité.

Depuis la station Eismeer, on atteindra donc celle du Jungfrauoch avec une pente maximum de 6,6 %; la question n'est pas encore résolue de savoir si l'on emploiera, sur ce tronçon de près de 4 kilom. de longueur, la traction à adhérence simple.

Le projet de la station Jungfrauoch prévoit deux percées, l'une du côté nord et l'autre du côté sud, de sorte que l'on aura, réuni en un seul point, le panorama des deux stations précédentes.

Tout près de cette station se trouvent les névés de la Jungfrau. De là, on atteindra facilement et sans danger le champ de neige éternelle, d'une étendue de plusieurs kilomètres. En continuant, on arrivera à la place Concordia, puis sur le glacier d'Aletsch dont la longueur atteint plus de 30 kilom. On côtoiera le lac de Märjelen, l'Eggischhorn, pour arriver enfin dans la vallée du Rhône. Cette route est certainement la plus courte et la plus intéressante, pour se rendre de l'Oberland bernois dans la vallée supérieure du Rhône.

Depuis Jungfrauoch, on atteindra, avec une pente de 25 %, la station Jungfrau, à l'altitude de 4 093 mètres, au kilomètre 12,5. Enfin, avec un ascenseur de 73 mètres de hauteur, on accèdera au sommet de la Jungfrau, dont le panorama est si impressionnant.

Un tracé direct Rothstock-Jungfrauoch avait été étudié, mais, en présence de la difficulté de percer des

galeries d'évacuation de déblais dans les pentes nord du Mönch, celles-ci étant couvertes de glaciers et sillonnées d'avalanches, ce projet a été abandonné.

Des relevés topographiques et une triangulation exacte embrassant toute la région traversée ont été exécutés durant chaque été, de 1896 à 1900. La triangulation est terminée jusqu'à la station Jungfrauoch.

Le tableau suivant donne les principaux chiffres concernant les stations

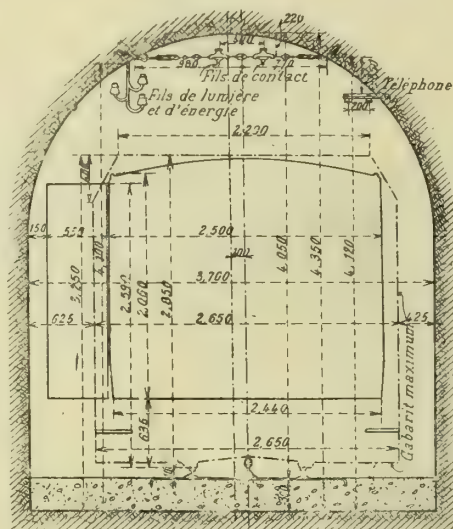


FIG. 4. — Coupe transversale du tunnel.

d'après le nouveau tracé, en ce qui concerne les altitudes, les distances et les pentes :

STATIONS	ALTITUDE	DISTANCE de la station depuis le point de départ	DISTANCE entre les stations	PENTE maximum
	mètres	mètres	mètres	%
Petite Scheidegg . . .	2 064	"	2 015	24,4
Eigergletscher	2 323	2 015	865	25,0
Rothstockwand	2 330	2 880	1 520	25,0
Eigerwand	2 867	4 400	1 260	25,0
Eismeer	3 161	5 660	3 740	6,6
Jungfrauoch	3 396	9 400	3 100	25,0
Jungfrau	4 093	12 500	73 en hauteur	∞
Jungfrau (sommet) . .	4 166	12 500		

(1) Voir le Génie Civil, t. XXXIV, n° 25, p. 394 (fig. 3).

USINE HYDRO-ÉLECTRIQUE DU CHEMIN DE FER DE LA JUNGHEAU à Lauterbrunnen (Suisse)

Fig.1. Coupe transversale

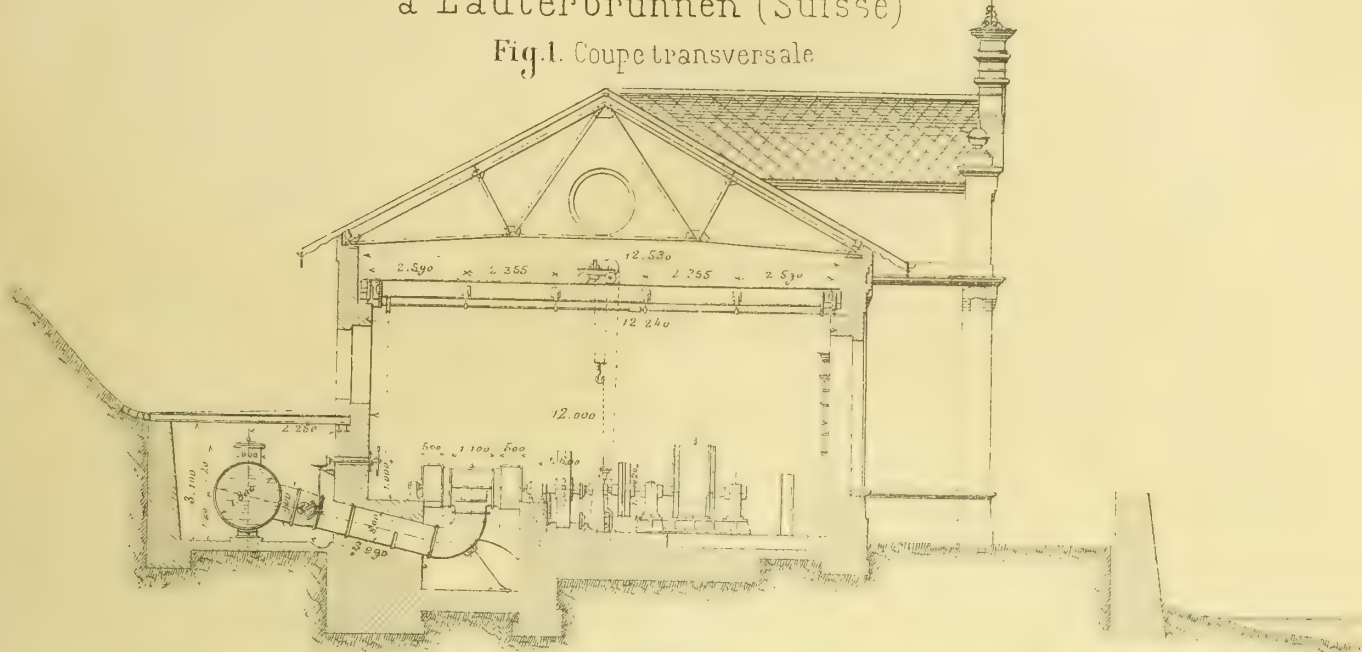


Fig.2. Plan

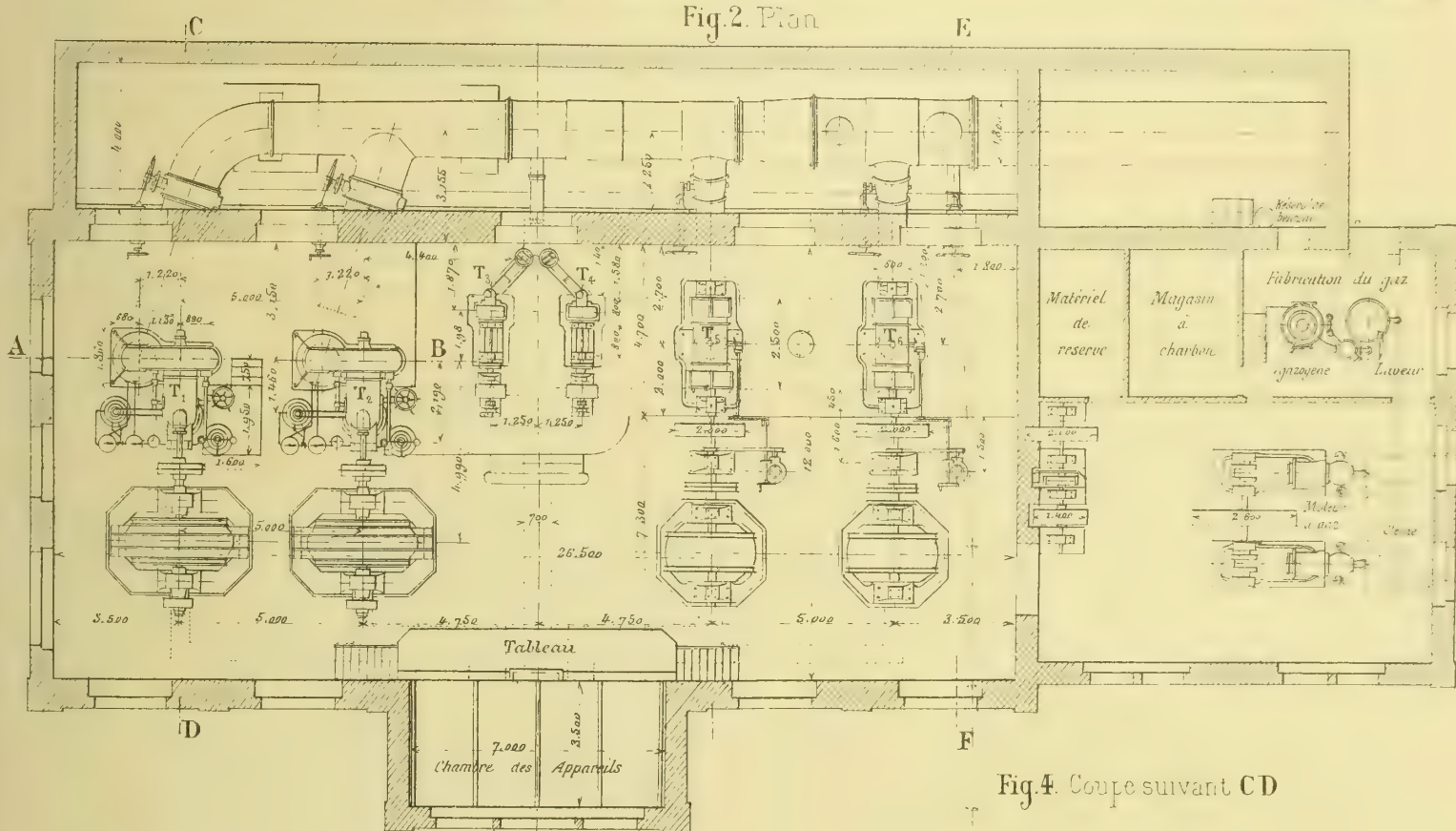


Fig.4. Coupe suivant CD

Fig.3. Coupe suivant AB

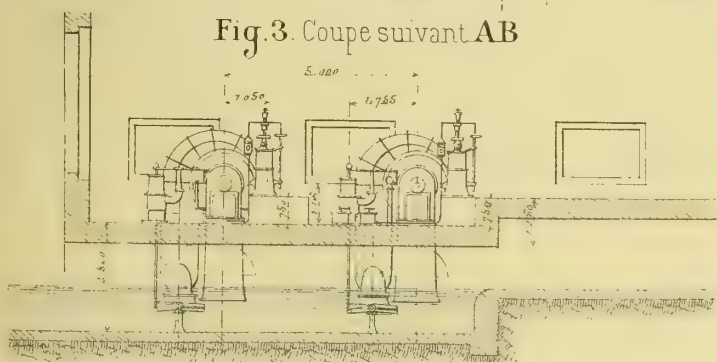
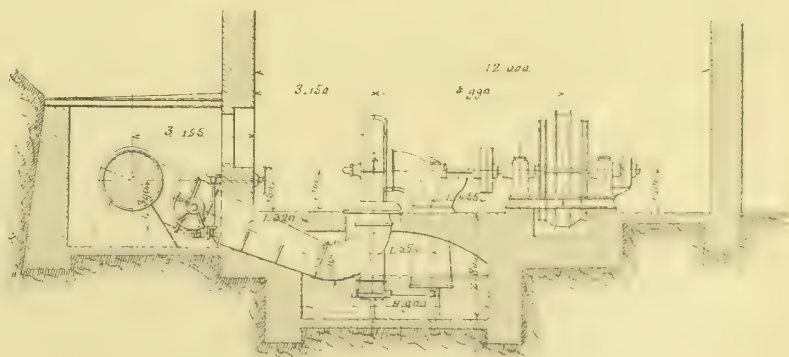
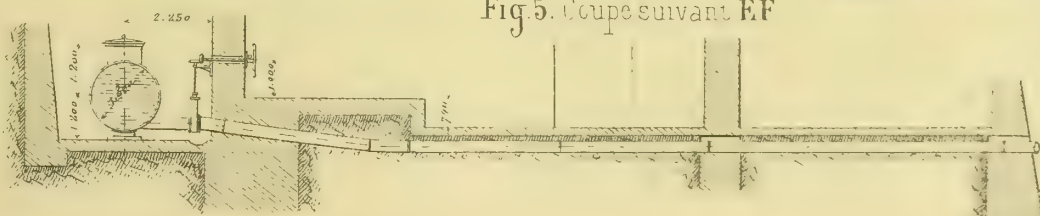


Fig.5. Coupe suivant EF

Echelle 1/200^e

Mode d'exploitation adopté. — D'une façon générale, les modifications apportées au projet primitif ne sont pas des modifications essentielles et l'on peut dire du schéma général de l'installation électrique qu'il est toujours semblable à celui qui a déjà été décrit dans le *Génie Civil* (1).

STATION HYDRO-ÉLECTRIQUE DE LAUTERBRUNNEN. — On sait que deux usines hydro-électriques ont été prévues pour fournir le courant électrique : l'une sur la Lutschine blanche, à Lauterbrunnen, et l'autre sur la Lutschine noire, à Burglauenen. Les travaux de cette dernière usine ne sont pas encore commencés, mais celle de Lauterbrunnen est complètement terminée. C'est un bâtiment en briques de 30×18 mè-

sède un volant de 6 000 kilogr., qui tourne à une vitesse périphérique de 40 mètres par seconde.

Ces turbines sont à injection totale. Les aubages mobiles ont un diamètre moyen de 610 millimètres. L'eau est amenée aux roues directrices au moyen d'une bêche en fonte située au centre de la double turbine.

Le deuxième groupe comprend les deux turbines excitatrices; elles fournissent chacune 25 chevaux, travaillent sous une chute effective de 35 mètres, débitent 71 litres d'eau par seconde et tournent à 700 tours. Ces turbines sont reliées aux excitatrices au moyen de man- chons à disques. Leur réglage se fait au moyen de régulateurs de pré-

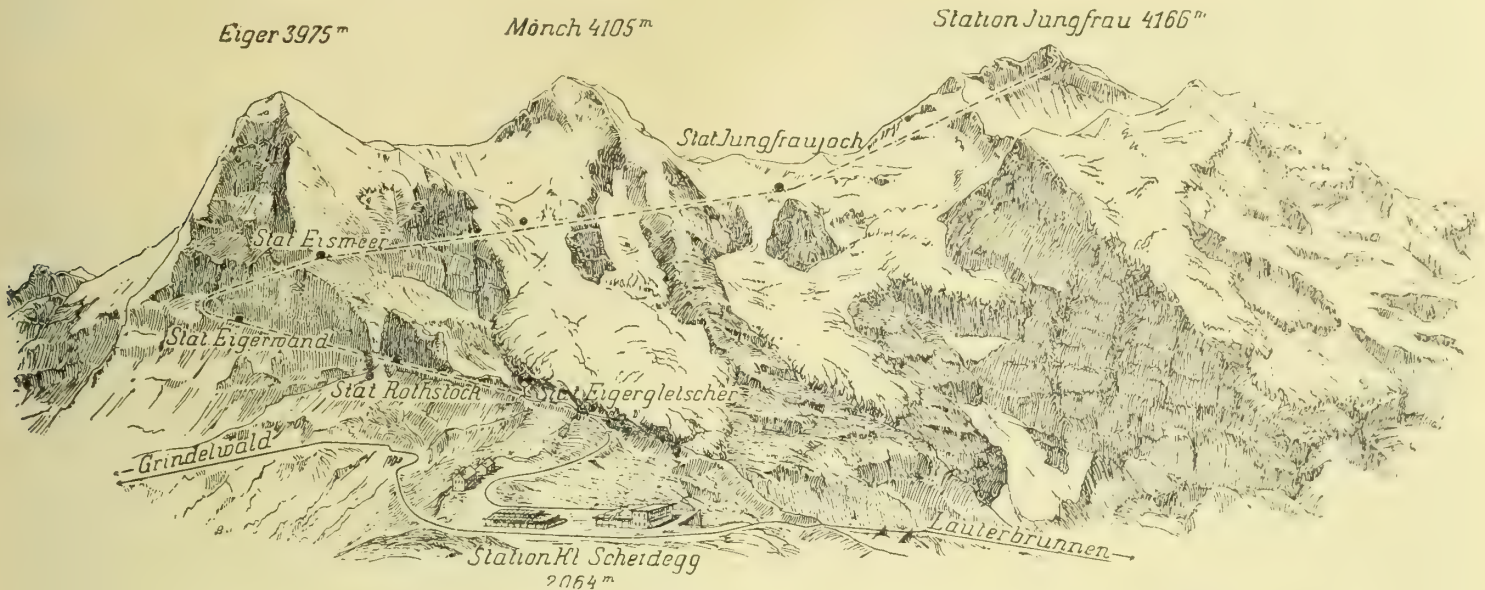


FIG. 5. — Vue panoramique du tracé définitif du chemin de fer de la Petite Scheidegg à la Jungfrau.

tres et d'une hauteur de 12 mètres, qui renferme, outre la salle des machines, un logement pour le chef mécanicien et un atelier de réparations. Cette usine est reliée par téléphone aux différentes stations du chemin de fer.

La salle des machines (fig. 1 et 2, pl. VIII) contient six groupes hydro-électriques; dans une annexe, se trouve un moteur à gaz pauvre de 125 chevaux, actionnant par courroie, dans le cas de basses eaux, un des générateurs triphasés. Elle est traversée, dans toute sa longueur, par un pont roulant de 7^m 5 et de 12^m 25 de portée.

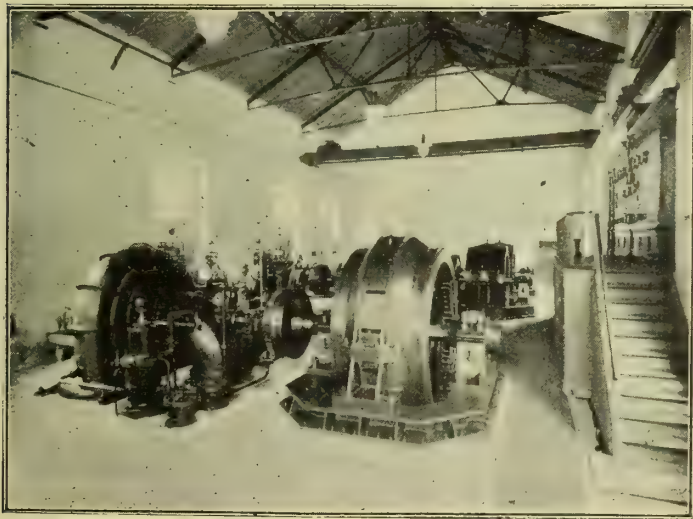


FIG. 6. — Intérieur de l'usine hydro-électrique de Lauterbrunnen.

Turbines. — Il y a (fig. 6, du texte, et fig. 2, pl. VIII) trois groupes principaux de turbines; elles sont toutes à arbre horizontal.

Le premier groupe comprend deux turbines jumelles, système Girard, de 500 chevaux chacune; elles travaillent sous une chute effective de 35 mètres, débitent 1 430 litres par seconde et tournent à 380 tours par minute. Ces turbines sont reliées aux générateurs par des accouplements élastiques isolants, système Zoddell.

Elles sont munies de régulateurs de précision à action mécanique, dont l'action est renforcée par la présence de volants. Chacune pos-

cision à action hydraulique, dans lesquels la pression de l'eau de la conduite est utilisée pour actionner le vannage des turbines.

Le troisième groupe comprend deux turbines Francis à réaction (fig. 7), munies chacune d'un tuyau d'aspiration. Elles ont été établies pour les données suivantes :

Chute effective	mètres.	32,50
Débit par seconde.	litres.	2 460
Puissance garantie	chevaux.	800
Nombre de tours par minute.		380

L'appareil distributeur de ces turbines est muni, sur son pourtour, d'un certain nombre de palettes mobiles, régulièrement espacées; celles-ci sont mobiles chacune autour de leur axe et modifient ainsi la section d'entrée de l'eau sous l'action d'un anneau de réglage qui les entraîne dans son mouvement. Cet anneau reçoit, par l'intermédiaire de leviers, son impulsion du servo-moteur qui entre en fonction dès que les variations de charge influent sur le régulateur.

Le servo-moteur se compose d'un cylindre dans lequel se trouve un piston; une soupape de réglage, pratiquée dans la paroi latérale du cylindre, est commandée par un régulateur à ressorts. Elle permet à l'eau sous pression d'agir sur le piston de bas en haut, ou inversement. Par l'intermédiaire d'un système de leviers, le piston entraîne dans sa course l'anneau du distributeur.

A côté de ce réglage proprement dit, existe un dispositif qui a pour but d'amortir les coups de bélier lors d'une brusque obturation de la conduite. Ce dispositif (fig. 8) se trouve à la partie inférieure de la conduite qui dessert chaque turbine; il se compose d'une bascule fermant une ouverture circulaire. Dès qu'une obturation brusque se produit, la bascule tourne autour de son axe et laisse échapper une certaine quantité d'eau.

L'eau est amenée depuis la conduite sous pression aux turbines du premier et du troisième groupe au moyen de tubulures distinctes et aux turbines du deuxième groupe au moyen d'une conduite commune. Chaque tubulure peut, naturellement, être fermée et ouverte indépendamment des autres, au moyen d'une vanne à papillon.

Les turbines des premier et troisième groupes sont réunies aux alternateurs au moyen d'accouplements, système Zoddell, formés de deux disques réunis par une courroie sans fin. De petites irrégularités dans le centrage des arbres sont ainsi sans inconvénients pour le fonctionnement. De plus, la courroie tient lieu d'isolant entre la turbine et le générateur, de sorte que l'on peut isoler complètement ce dernier de la terre.

Les turbines des deux premiers groupes, le pont roulant, ainsi qu'une partie de la conduite d'amenée, ont été fournis par la maison J. J. Rieter et C^{ie}, de Winterthur. Les turbines du troisième groupe, l'autre partie de la conduite d'amenée, les vannes, etc., ont été fournies par la maison Escher Wyss et C^{ie}, de Zurich.

(1) Voir le *Génie Civil*, t. XXXIV, n° 25, p. 398.

Infrastructure. — En avril dernier le tunnel était percé jusqu'au kilomètre 4,870.

La méthode employée pour le percement du tunnel a passé par différentes phases, jusqu'au moment où l'on est arrivé, grâce à l'expérience acquise, à un système qui semble satisfaisant.

Pour la section Rothstock-Eigerwand, on ne fit d'abord que pousser la galerie d'avancement (moitié supérieure du profil du tunnel) jusqu'à la première galerie latérale de décharge pour l'évacuation des déblais; celle-ci atteinte, on commença l'attaque du stross (moitié inférieure du profil du tunnel) pendant que la galerie de faite continuait à avancer au delà de la galerie de décharge. Plus tard, on perça encore deux nouvelles galeries de décharge, pour exploiter trois chantiers complètement indépendants : un chantier d'avancement, et deux chantiers pour la construction de la partie inférieure du tunnel.

Au-dessus de la station Eigerwand, au kilomètre 4,450, se trouve une galerie de décharge ayant une pente de 87 %, et dont le radier a été garni de feuilles de tôle d'acier. Les wagons de déblais y sont déchargés, et les matériaux rejetés sur les éboulis qui se trouvent au pied de la paroi nord de l'Eiger.

La partie du tunnel en amont de la station Eigerwand décrit une

système a donc besoin d'une canalisation spéciale. Pour cette raison, on n'emploie simultanément les deux systèmes de perforatrices, que dans le cas où l'on a deux chantiers bien distincts; par exemple, lorsqu'on travaille dans le tunnel principal, et qu'en même temps, on creuse une station, une galerie de décharge, etc.

Pour les perforatrices Thomson-Houston, le nombre des chocs est de 380 à la minute, la force employée d'environ 5 chevaux par machine. Le poids de chacune d'elles est à peine de 75 kilogrammes.

On a obtenu les résultats suivants avec les perforatrices à percussion à manivelle :

Le nombre des chocs est de 420 à 450 par minute. L'avancement, pour huit heures de travail, dans la galerie de faite de 8 mètres carrés de section, est de 1 mètre environ. Deux perforatrices montées sur colonnes travaillent au front d'attaque. L'avancement, pour huit heures de travail, atteint le stross jusqu'à 2 mètres; celui-ci a également 8 mètres carrés de section et est attaqué par deux perforatrices montées sur une colonne horizontale. La dureté de la pierre atteint, en moyenne, 4,5 à 5 de l'échelle internationale. Les perforatrices sont desservies exclusivement par des ouvriers italiens, qui ne ressentent pas les effets du mal de montagne, bien que les chantiers aient atteint l'altitude de 3 000 mètres.

Pour quatre heures de travail, chaque perforatrice fore, en moyenne, 8^m5 de trous de mines d'un diamètre de 40 millimètres. Dans ce temps est compris le fixage des perforatrices aux colonnes, le chan-

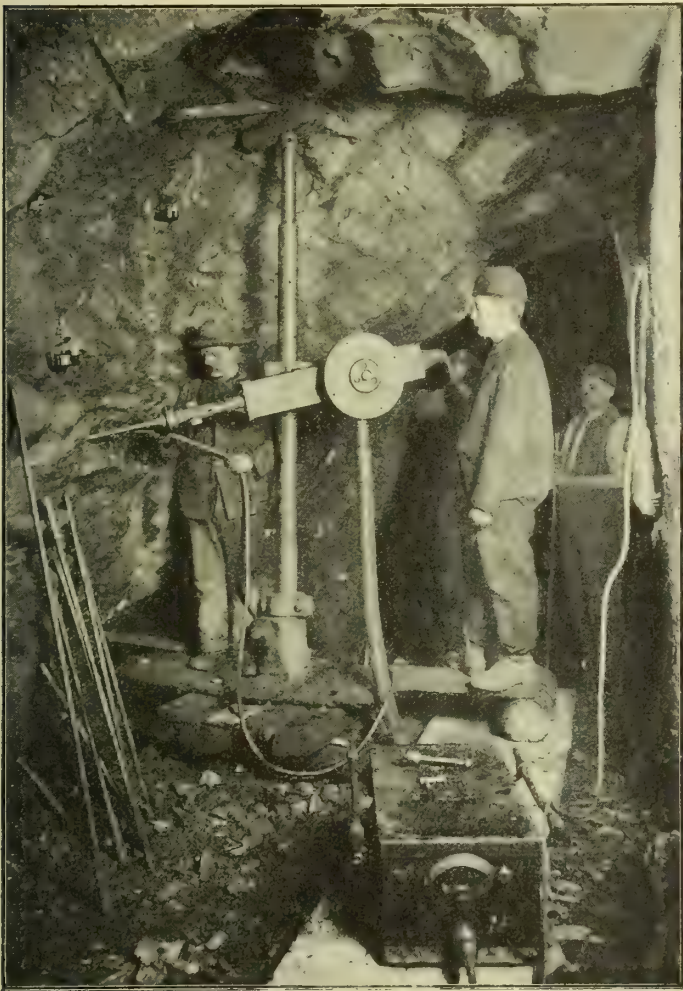


FIG. 11. — Perforatrice à percussion, système Siemens et Halske.

grande courbe, et ne permet plus la construction de galeries d'évacuation des déblais, qui seraient trop longues et trop coûteuses. On est obligé d'avoir recours à une locomotive électrique, qui remorque deux wagons de matériaux. La construction de la superstructure doit donc marcher de pair avec l'avancement du tunnel; à cet effet, l'enlèvement du stross doit suivre de près le percement de la galerie de faite.

Après différents essais avec des perforatrices rotatives, on s'est décidé à adopter un système de perforatrices à percussion dont les machines conviennent mieux à la roche.

Quatre perforatrices Thomson-Houston ⁽¹⁾ attaquent le front dans la galerie de faite; celle-ci a 2^m65 de hauteur et 3^m60 de largeur. Le stross la suit, à une distance de 3 à 4 mètres, avec deux autres perforatrices semblables. Six perforatrices restent en réserve pour venir travailler à la place des premières, lorsque celles-ci sont trop échauffées. Depuis le 20 novembre 1902, on emploie aussi (fig. 11) des perforatrices à percussion à manivelle de Siemens et Halske ⁽²⁾.

Les perforatrices Thomson-Houston nécessitent du courant continu pulsatoire; les secondes travaillent avec du courant triphasé. Chaque



FIG. 12. — Vue de la station Eigerletscher avec les locomotives n° 3 et 4.

gement des forêts, etc.; en dix minutes, consacrées exclusivement au forage, chaque machine creuse un trou de 40 à 50 centimètres de profondeur.

Ce système de perforatrices a donné spécialement de bons résultats dans l'attaque des roches dures; l'entreprise en possède cinq du type représenté par la figure 11.

Comme explosifs, on emploie la dynamite gélatinée. On est obligé de la dégeler, car le thermomètre marque généralement, en hiver, entre -10 et -20 degrés. La température minimum observée au glacier a été de -30 degrés.

L'air de ventilation est fourni par un ventilateur Sulzer, actionné par un moteur électrique. La canalisation pour l'air se compose de tuyaux en tôle; elle a un diamètre intérieur de 250 millimètres.

Les dimanches et jours de fêtes, les travaux sont arrêtés. Le reste du temps, le travail se poursuit jour et nuit, avec trois postes de huit heures. Un mineur a, comme salaire, 4 fr. 70, et un manoeuvre 4 fr. 30. L'entreprise fournit, gratuitement à ses ouvriers, le logement, le chauffage et l'éclairage, ainsi que les outils et l'huile pour les lampes du tunnel. Tous les ouvriers sont assurés contre les accidents, aux frais de l'entreprise.

Chaque équipe a un chef de chantier, un piqueur et un artificier.

(1) Voir le *Génie Civil*, t. XXXIV, n° 26, p. 416.

(2) Voir le *Génie Civil*, t. XXXIII, n° 23, p. 374.

Poste électrique. — Pour l'exécution du tronçon Rothstock-Eigerwand, on a construit (fig. 9 et 10), à la station Rothstock, un poste électrique, taillé dans le rocher, comprenant un atelier de réparations et une chambre de machines, où l'on a installé :

Un groupe convertisseur de courants triphasés en courant pulsatoire continu de 30 chevaux, qui fournit la force pour six perforatrices Thomson-Houston ;

Un groupe convertisseur de courants triphasés en courant pulsatoire continu de 20 chevaux, qui fournit la force pour quatre perforatrices Thomson-Houston ;

Un groupe convertisseur de courants triphasés en courant pulsatoire continu de 15 chevaux, qui fournit la force pour deux perforatrices Thomson-Houston ;

Un moteur à courants triphasés de 12 chevaux, qui fournit la force pour un ventilateur.

Les moteurs sont directement branchés sur le réseau à 500 volts du chemin de fer. Un transformateur de 30 kilowatts abaisse de 500 à 200 volts la tension du courant nécessaire pour l'éclairage, le chauffage et les quelques petits moteurs des machines-outils.

Une fois ce tronçon achevé, on a transporté toute cette installation à Eigerwand, dans une nouvelle chambre située dans le roc. L'espace resté libre sert de station pour les transformateurs de 200 kilowatts.

(A suivre.)

L.-J. SIDLER,
Ingénieur.

TRAVAUX PUBLICS

PONT EN BÉTON ARMÉ, A SOISSONS

Nous avons précédemment donné dans le *Génie Civil* (1) une description du pont en béton armé, système Hennebique, construit à Soissons sur l'Aisne pour le passage simultané d'une voie charretière avec deux trottoirs adjacents et du chemin de fer d'intérêt local à voie étroite de Soissons à Rethel.

Les épreuves de cet ouvrage, exécutées en deux fois, les 19 et 20 mai 1903 et les 8, 9, 10, 11 et 12 février 1904, ayant conduit à des constatations intéressantes, nous allons en donner ici un compte rendu sommaire, d'après l'étude plus complète que nous venons de publier dans les *Annales des Ponts et Chaussées* (2).

Nous rappellerons, tout d'abord, que l'ouvrage comprend trois travées sensiblement égales de 24 mètres d'ouverture chacune (fig. 1), surbaissées au dixième, qu'il est biais de 30 degrés (fig. 2), et que le tablier,

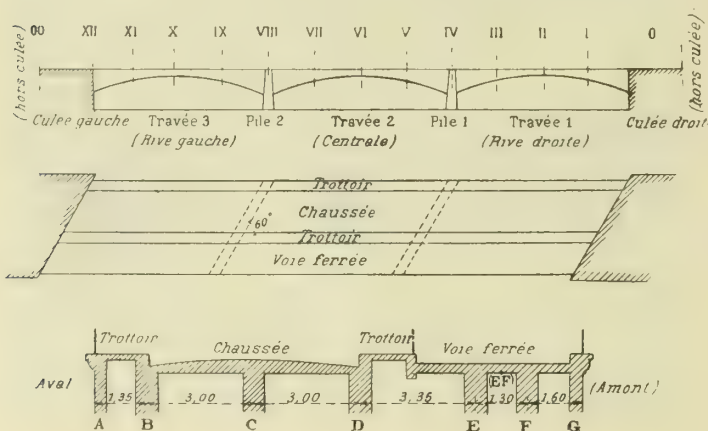


FIG. 1 à 3. — Élévation, plan et coupe schématiques du pont.

de 14 mètres de largeur totale, est supporté par sept arcs désignés par les lettres A, B, C, D, E, F, G sur le croquis ci-dessus (fig. 3).

Les épreuves peuvent être groupées de la manière suivante :

- Épreuves par poids roulant ;
- Épreuves par poids mort ;
- Chocs isolés ;
- Impulsions rythmées.

Pendant les épreuves des deux premières catégories on a enregistré, au moyen d'appareils Rabut, les mouvements verticaux de divers points des arcs des travées rive droite (travée 1) et centrale (travée 2) ; ces points étaient d'ordinaire : soit, le plus souvent, la clef désignée pour chaque arc, par les lettres $A_1, B_1, \dots$, s'il s'agit de la travée rive droite, $A_2, B_2, \dots$ s'il s'agit de la travée centrale, soit le quart de l'ouverture ou le milieu d'un demi-arc $A', B', \dots, A'', B'', \dots$. Exceptionnellement, au lieu d'enregistrer séparément les mouvements à la clef des deux arcs sous rails EF qui sont très voisins l'un de l'autre, on a étudié le point (EF) situé dans le hourdis au milieu de leur intervalle. On a, d'autre part, chaque fois que cela était possible, mesuré, au moyen d'appareils Manet

Rabut à tige de 1 mètre, les déformations locales à l'intrados et à l'extrados de certains arcs dans les sections de clef, de naissance et au quart de l'ouverture.

Eu égard à leur nature même, les essais par chocs isolés ou rythmés n'ont donné lieu qu'à des enregistrements de flèches.

I. ÉPREUVES PAR POIDS ROULANT. — *Voie charretière.* — Le cahier des charges prévoyait le passage sur la chaussée successivement d'un rouleau à vapeur et d'une double file de chariots de 16 tonnes. Faute de véhicules convenables et en nombre suffisant, il a été impossible de réaliser cette seconde partie des épreuves. On s'est alors borné au passage d'un rouleau à vapeur de 19 tonnes, seul, puis suivi de deux ou quatre cylindres à chevaux groupés deux à deux de front, pesant chacun 9 tonnes sur un seul essieu (fig. 8).

Nous reproduisons, ci-dessous, les diagrammes enregistrés, dans ces trois hypothèses successives de surcharges roulantes, à la clef de l'arc médian sous chaussée de la travée centrale (point C_2). Le diagramme (fig. 4) correspond au passage du rouleau à vapeur seul, assimilable à un poids concentré unique ; le diagramme (fig. 5) au rouleau suivi de

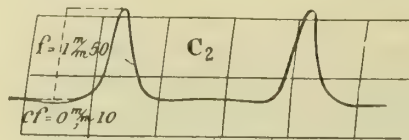


FIG. 4. — Cylindre à vapeur de 19 tonnes (aller et retour).

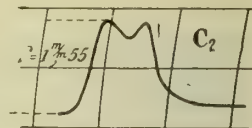


FIG. 5. — Cylindre à vapeur de 19 tonnes et deux rouleaux de 9 tonnes.

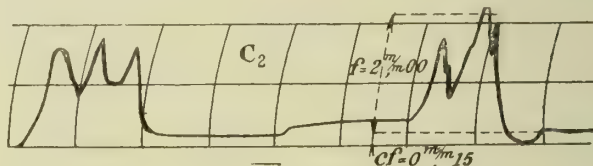


FIG. 6. — Cylindre à vapeur de 19 tonnes et quatre rouleaux de 9 tonnes (aller et retour).

FIG. 4, 5 et 6. — Diagrammes enregistrés pendant les épreuves par poids roulant de la voie charretière.

deux cylindres ordinaires, le diagramme (fig. 6) au rouleau suivi de quatre cylindres. On voit nettement apparaître, dans le premier cas, un, dans le second, deux et, dans le troisième, trois maxima successifs dont chacun résulte du passage au point C_2 de l'un des poids isolés constitutifs du convoi. Les diagrammes montrent, en outre, qu'il se

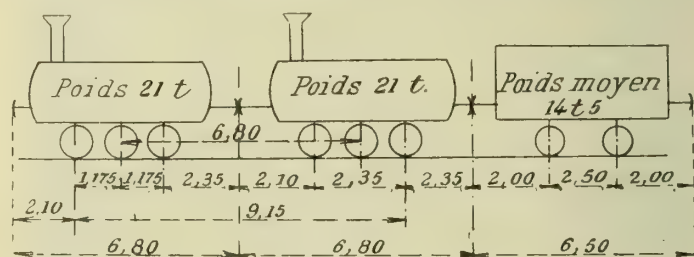


FIG. 7. — Train d'épreuve de la voie ferrée.

produit une contre-flèche appréciable en C_2 lorsque la surcharge atteint le milieu de l'une des travées adjacentes.

Les flèches maxima accusées par ces diagrammes sont :

- Rouleau à vapeur de 19 tonnes. 1 mm 50.
- Rouleau à vapeur de 19 tonnes suivi de 2 cylindres de 9 tonnes. . . 1 mm 55.
- Rouleau à vapeur de 19 tonnes suivi de 4 cylindres de 9 tonnes. . . 2 mm 00.

Soit, dans le cas le plus défavorable, $1/12\ 000$ de la portée.

D'autres expériences, dans lesquelles on enregistrerait simultanément la flèche aux points $A_1, B_1, C_1, (EF)_1, G_1$ de la travée rive droite pendant que le rouleau à vapeur longeait la tête aval du tablier, ont d'ailleurs fait ressortir la solidarité des différentes files d'arcs. La flèche au point (EF)₁ atteignait encore le chiffre, très faible, mais appréciable, de 0 mm 05, bien que la surcharge en fût éloignée de près de 9 mètres.

Les déformations locales n'ont été bien marquées qu'à l'intrados. Leur maximum correspondant au passage du rouleau à vapeur dans la partie médiane de l'arc B_2 (travée centrale) a atteint, pour la moyenne des appareils d'amont et d'aval :

$6.1/200$ de millimètre à la clef dans le sens de l'extension ;

$5.8/200$ de millimètre au quart de l'ouverture dans le sens de la compression ;

$4.1/200$ de millimètre à la retombée dans le sens de la compression.

1. Voir le *Génie Civil*, t. XLIV, n° 1, p. 229.

2. *Progrès de l'Industrie*, 1904.

Si l'on admet que les coefficients d'élasticité sont :

Pour le béton 1×10^9 ;
Pour le métal 2×10^{10} ;

la surcharge considérée aurait déterminé une fatigue maximum à l'extension de 3 kilogr. par centimètre carré dans le béton de l'arc B à la clef de l'intrados et une fatigue de 0^{kg} 60 par millimètre carré dans le métal que ce béton enveloppe.

Voie ferrée. — Le train d'épreuve se composait (fig. 7) de une ou deux locomotives à trois essieux couplés de 2^m 35 d'empattement pesant 21 tonnes en ordre de marche et de deux, six ou dix wagons du poids total moyen de 14^t 500. Deux locomotives et deux wagons couvraient une travée, deux locomotives et six wagons deux travées, deux locomotives et dix wagons trois travées de l'ouvrage.

On a enregistré les déplacements verticaux du point (EF)₁, clef des arcs sous rails et du point E'₁, quart ouverture de l'arc E, dans la travée rive droite. Nous reproduisons ci-dessous les diagrammes les plus caractéristiques.

Chaque véhicule du train d'épreuve agit à la manière d'une surcharge isolée et détermine l'apparition d'un maximum sur le diagramme; il y a ainsi un maximum sur la figure 9 (une locomotive), deux sur la figure 10 (deux locomotives), quatre sur la figure 11 (deux locomotives et deux wagons), etc. En outre, lorsque la surcharge passe dans la travée centrale, elle provoque au point (EF)₁ expérimenté un relèvement appréciable qui met en évidence, comme l'avaient fait d'ailleurs les diagrammes relatifs aux épreuves de la voie charretière, la solidarité des arches entre elles.

Soit, dans le cas le plus défavorable, celui d'une surcharge complète de la travée rive droite, $\frac{1}{7000}$ de la portée à la clef des arcs sous rails, $\frac{1}{18000}$ au quart de l'ouverture côté culée desdits arcs.

Comme dans les épreuves précédentes, on a constaté que la surcharge, loin de se transmettre intégralement aux arcs au-dessus desquels elle était placée, c'est-à-dire aux arcs sous rails, intéressait une largeur de tablier considérable, et que, par exemple, l'arc médian sous chaussée C₁, éprouvait au moment du passage du train d'épreuve un abaissement de 0^{mm} 30 environ.

Les déformations locales mesurées sur les deux faces de l'arc E ont

été affecté à l'intrados les mêmes allures caractéristiques que celles de l'arc C pendant l'épreuve de la voie charretière, mais leurs valeurs absolues ont été plus grandes. Comme dans ce dernier cas, les déformations d'extrados sont restées presque inappréciables sauf toutefois dans la section de clef.

Le passage d'une locomotive a donné pour les déformations maxima en chaque point les valeurs moyennes suivantes:

$\frac{1}{200}$ de millimètre à la clef (extension).

$\frac{9}{200}$ de millimètre au quart de l'ouverture (compression).

$\frac{3,5}{200}$ de millimètre à la retombée (compression).



FIG. 8. — Épreuves par poids roulant de la voie charretière.

Cette surcharge aurait donc déterminé, avec les coefficients admis plus haut, une fatigue d'extension de 6^{kg} 2 par centimètre carré dans le béton de l'intrados à la clef des arcs sous rails.

II. ÉPREUVES PAR POIDS MORT. — On a chargé (fig. 14) chacune des travées centrale et rive droite sur toute la largeur (9 mètres) de la chaussée et des trottoirs avec des rails de 12 mètres de longueur pe-

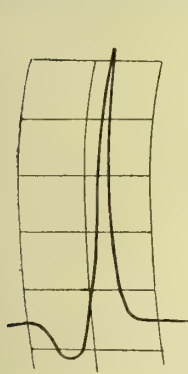


FIG. 9.
Une locomotive de 21 tonnes.

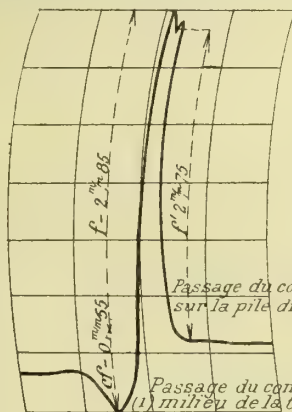


FIG. 10.
Deux locomotives de 21 tonnes.

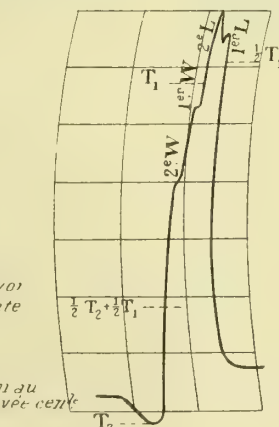


FIG. 11.
Deux locomotives de 21 tonnes
et deux wagons de 14^t 5.

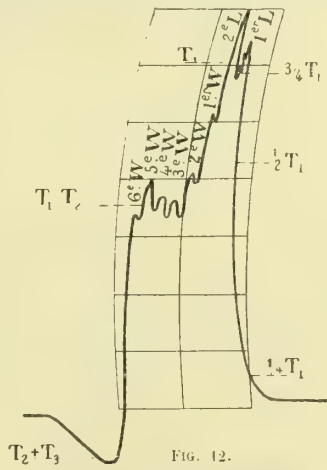


FIG. 12.
Deux locomotives de 21 tonnes
et six wagons de 14^t 5.

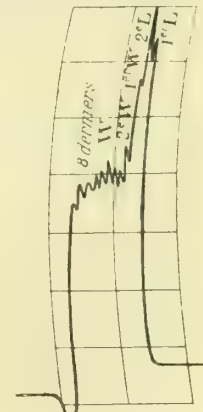


FIG. 13.
Deux locomotives de 21 tonnes
et dix wagons de 14^t 5.

FIG. 9 à 13. — Lignes d'influence expérimentales à la clef des arcs sous rails, de la travée de rive droite, pendant le passage d'un convoi de la culée gauche sur la culée droite.

L'abaissement maximum maximum (représenté sur les diagrammes par une ordonnée positive) et le relèvement maximum ont été, dans chaque cas de surcharge, les suivants:

	(EF) ₁ , (Clef).		E' ₁ (1/4 ouverture).
	Abaissement.	Relèvement.	
	millim.	millim.	millim.
1 locomotive.	2,45	0,35	0,35
2 locomotives	2,85	0,55	0,45
2 locomotives et 2 wagons . . .	3,30	0,35	0,50
2 — 6 —	3,30	0,40	0,50
2 — 10 —	3,30	0,30	0,50

sant 22^{kg} 320 le mètre courant à raison de 400 rails par travée, ce qui représente un poids moyen de 492 kilogr. par mètre carré de surface couverte et de 4 480 kilogr. par mètre de longueur d'ouvrage. L'opération qui a duré plusieurs jours ayant été fréquemment interrompue par la pluie, les flèches enregistrées ne correspondaient pas toujours au chargement ou au déchargement intégral d'une travée ou d'une demi-travée. Il a donc été parfois nécessaire d'extrapoler les résultats expérimentaux pour obtenir les chiffres ci après:

	Arc C ₁ Clef.		Arc C ₂ Clef.	
Travée 1 chargée. .	Abaissement	2 ^{mm} 20.	Relèvement	0 ^{mm} 50.
Travée 2 chargée. .	Relèvement	0 ^{mm} 60.	Abaissement	3 — 05.

Autant qu'on a pu l'apprécier, le relèvement en chaque point, après déchargement, a été égal à l'abaissement produit par l'application de la surcharge.

Le maximum maximorum $3^{\text{mm}}05$ représente $\frac{1}{8000}$ de la portée.

Lorsque le chargement des travées rive droite et centrale a été complet, on a fait stationner sur l'ouvrage le train d'épreuve de deux locomotives et six wagons. Mais il n'a pas été fait de mesure de flèches que le principe de la superposition des effets des forces rendait d'ailleurs inutile. En effet, le train d'épreuve, seul, détermine à la clef de l'arc C_1 un abaissement d'environ $0^{\text{mm}}30$; on peut donc évaluer à $3^{\text{mm}}30$ ou $3^{\text{mm}}40$ la flèche totale maximum à la clef de l'arc C_1 sous l'action de la surcharge complète de la voie ferrée et de la voie charretière.

Un résultat peu différent est, comme on l'a vu, applicable à la clef des arcs sous rails.

On n'a pas étendu à la travée rive gauche l'épreuve par poids mort de la voie charretière afin de réduire la dépense et de gagner du temps.

Des mesures de déformations locales effectuées sur les deux faces du demi-arc C_1 , côté pile, pendant le chargement de la travée rive droite, ont donné en moyenne les résultats suivants :

$\frac{1^{\text{mm}}5}{200}$ de millimètre à la clef intrados (extension).

$\frac{4^{\text{mm}}2}{200}$ de millimètre au quart de l'ouverture intrados (compression).

$\frac{3^{\text{mm}}0}{200}$ de millimètre à la retombée intrados (compression).

Les fatigues d'extrados ont été : une extension importante comme précédemment à la clef, et des extensions, mais beaucoup plus réduites, au quart de l'ouverture et à la retombée du demi-arc.



FIG. 14. — Épreuves du pont par poids mort.

La fatigue maximum produite par la surcharge uniformément répartie de 492 kilogr. par mètre carré aurait donc atteint $7^{\text{kg}}25$ par centimètre carré de béton.

III. CHocs ISOLÉS. — On a fait passer le cylindre à vapeur de 19 tonnes sur une règle en fer de $0^{\text{m}}04$ d'épaisseur de manière à déterminer par la chute un choc brusque au centre d'un panneau de hourdis compris, dans la travée rive droite, entre les arcs B_1 et C_1 et les deux entretoises les plus voisines de la clef et on a enregistré les oscillations de quatre points différents du panneau.

Les diagrammes obtenus présentent des allures identiques : nous reproduisons ci-dessous (fig. 15) celui qui s'applique au centre du

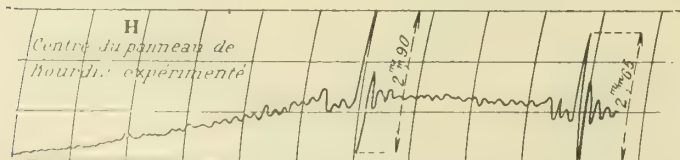


FIG. 15. — Diagramme obtenu pendant l'épreuve par chocs produits par un cylindre à vapeur.

panneau. L'amplitude totale de la première vibration consécutive au choc a atteint $2^{\text{mm}}90$ dont $1^{\text{mm}}70$ d'abaissement et $1^{\text{mm}}20$ de relèvement.

On a, d'autre part, cherché à mettre en évidence l'action des chocs aux joints des rails. Les chocs sur les joints ordinaires de 3 à 4 millimètres, avec voie posée sur ballast, ne donnant aucun résultat sensible sur les diagrammes, on a d'abord agrandi le joint situé dans le voisinage de la clef de la travée droite, en lui donnant $0^{\text{m}}04$, sans

modifier toutefois le mode d'éclissage ni le bourrage des traverses. A la vitesse de 8 kilom. à l'heure, le passage d'une locomotive a fait ap-

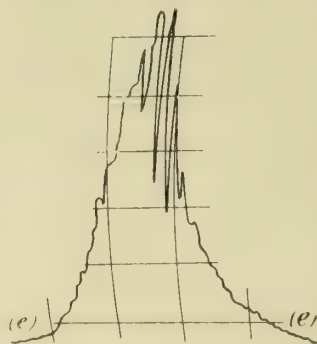


FIG. 16. — Diagramme obtenu pendant les essais par chocs.

paraître sur le diagramme trois crochets d'environ un dixième de millimètre d'amplitude, correspondant aux trois essieux du véhicule.

On a ensuite déboulonné les éclisses du joint, dégagé la traverse qui le soutenait, et laissé ce joint en porte à faux sur $0^{\text{m}}60$, enfin, fait reposer ce joint sur une double traverse appuyée directement sur le hourdis, sans interposition de ballast. C'est cette dernière disposition qui a fourni les oscillations de beaucoup les plus accentuées à la clef des arcs EF.

Nous donnons ci-contre (fig. 16) la reproduction du diagramme obtenu à la vitesse de 24 kilom. à l'heure. L'amplitude totale de l'oscillation maximum atteint $1^{\text{mm}}90$.

IV. — IMPULSIONS RYTHMÉES. — Des expériences récentes, aidées par la théorie, ont fait voir que la flèche élastique d'un ouvrage métallique, sous l'action d'un choc, pouvait être considérablement accrue, si ce choc, même de faible intensité, se reproduisait périodiquement, de manière que sa période fût en concordance avec la période vibratoire propre du tablier.

La période vibratoire propre des ponts métalliques soumis jusqu'ici



FIG. 17. — Épreuves du pont par le passage d'une compagnie de 200 hommes.

à l'expérience étant voisine de $0^{\text{m}}4$, soit 2 vibrations et demie par seconde, ou 150 par minute, il était toujours possible de régler, par exemple, l'allure d'une troupe passant sur l'ouvrage, de manière à assurer à peu près le synchronisme, puisque, comme on le sait, cette allure est normalement comprise entre 120 pas à la minute pour le pas accéléré, et 180 pas pour le pas gymnastique.

Les phénomènes en question pouvant avoir une grande importance pour la stabilité des ouvrages sous les actions dynamiques, on s'est proposé de déterminer, par des expériences méthodiques, quelle pouvait être l'allure qui, en exagérant notablement l'amplitude des vibrations, serait ainsi en concordance avec la période vibratoire propre du pont de Soissons.

Dans une première série d'expériences, on a profité de ce que la voie ferrée n'était pas encore posée, pour faire passer sur le tablier des groupes de 100, 200 et même 400 hommes, occupant toute la largeur comprise, suivant le biais du pont, entre les garde-corps extrêmes.

Dans la seconde série, on a dû se limiter à la voie charretière et à ses trottoirs (fig. 17).

Nous reproduisons (fig. 18) les plus caractéristiques des diagrammes obtenus dans ce dernier cas à la clef de l'arc médian sous chaussée C_1 de la travée rive droite.

La courbe qui sépare en deux parties égales les ondulations étant la ligne d'influence statique de la surcharge mobile constituée par la troupe en marche, on voit que l'amplitude totale des ondulations, mesurée de part et d'autre de cette ligne d'équilibre, est, en chaque point d'un même diagramme, sensiblement proportionnelle à la flèche statique correspondante, et que, de plus, le maximum maximorum semble croître régulièrement avec le nombre de pas par minute, qui est lui-même égal, ainsi qu'une vérification directe l'a montré, au nombre de vibrations doubles de l'ouvrage.

La plus grande amplitude obtenue ne dépasse pas le double de la flèche statique correspondante, alors que l'expérimentation des ponts métalliques donne des résultats beaucoup plus considérables. Aucune allure ne paraît être en synchronisme avec la période vibratoire propre du tablier.

La moindre irrégularité dans la cadence du pas, par les hommes,

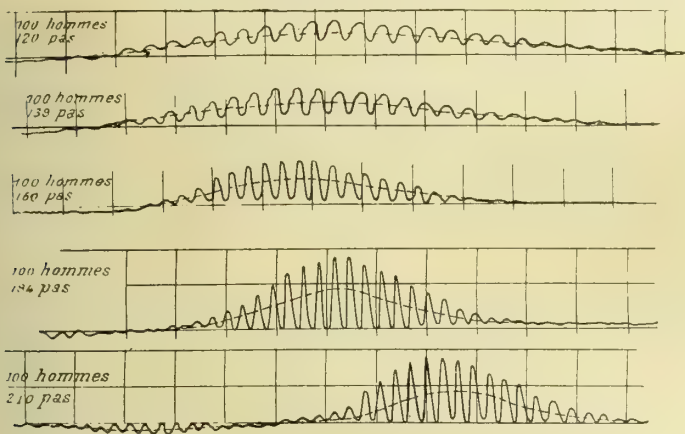


FIG. 18. — Diagrammes obtenus pendant le passage d'un corps de troupe.

suffit d'ailleurs pour donner aux diagrammes une allure caractéristique (voir par exemple la figure 19), et pour diminuer considérablement l'amplitude.

V. — INTERPRÉTATION ET CONSÉQUENCES DES RÉSULTATS FOURNIS PAR LES ÉPREUVES. — Tous les diagrammes enregistrés montrent que les différentes arches sont solidaires, à la façon des travées successives d'une poutre continue. Cette solidarité est perceptible, non seulement d'une travée à la travée adjacente, mais même de la travée rive gauche à la travée rive droite. Elle ne saurait d'ailleurs surprendre,

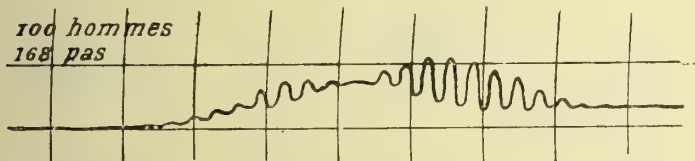


FIG. 19. — Diagramme obtenu pendant le passage d'un corps de troupe.

puisque les trois arcs d'une même file sont armés de barres ininterrompues d'un bout à l'autre, à travers les piles.

Les diagrammes montrent également que les différents arcs d'une même arche, au lieu de fonctionner indépendamment les uns des autres, concourent simultanément, quoique dans une proportion nécessairement différente, à la résistance de l'ouvrage sous l'effet des surcharges concentrées; ce résultat est dû, en grande partie, à la rigidité exceptionnelle du tablier supérieur, et à l'efficacité de l'encastrement que les armatures réalisent entre le tablier et les arcs sur lesquels il repose; il est dû encore, bien que dans une mesure moindre, à la raideur propre des piles et culées, qui rend impossible la déformation élastique d'un arc sans que les arcs voisins y soient intéressés. Les différentes parties de l'ossature d'une travée se prêtent donc un mutuel appui, ce qui atténue considérablement la fatigue maximum réellement éprouvée par chacune d'elles sous l'action des surcharges isolées ou incomplètes.

La déformabilité de l'ouvrage est beaucoup moindre que celle d'un ouvrage métallique, un pont en arc, par exemple, de dimensions équivalentes: non seulement à cause de la solidarité des arches entre elles, qu'on ne réalise pas d'ordinaire dans un pont métallique en arc, dont toutes les travées sont indépendantes; non seulement à cause de la solidarité des arcs entre eux, qui est avec le hourdis en béton armé beaucoup plus efficace qu'avec les assemblages d'entretoises et longérons; mais encore par suite de la très grande raideur des reins des arcs, qui ont ici une hauteur utile de 2^m 80 environ. Nous avons calculé que la déformation verticale maximum d'une travée métallique en arc à triple articulation, sous le passage du train d'épreuve, eût été au moins triple de celle que nous a fournie l'expérience relatée ci-dessus.

La rigidité des appuis est d'ailleurs, à ce point de vue, un élément essentiel de la déformabilité de l'ouvrage. Or, des mesures de déformations horizontales non mentionnées plus haut nous ont fait voir que les culées, malgré leur ossature en apparence extraordinairement légère, et les piles, malgré leur minceur anormale, n'éprouvent, sous le passage des surcharges, que des déplacements élastiques comparables à ceux des piles et culées en maçonnerie.

L'expérience a montré encore que le hourdis supérieur n'intervient pas seulement comme une sorte de poutre transversale, pour répartir les surcharges entre les différents arcs, mais qu'il participe à la résis-

tance de ceux-ci, comme on l'admet du reste généralement. La section réelle d'un arc est donc, non pas un rectangle, mais un T, dont le hourdis forme la semelle, et l'arc proprement dit l'âme. Aussi, la fibre neutre qui, dans une section rectangulaire à armatures symétriques serait située sensiblement au milieu de la hauteur, se trouve-t-elle notablement relevée par la semelle horizontale du hourdis. Ainsi s'expliquent les déformations insignifiantes accusées par les appareils Manet, d'extrados, à la retombée et au quart de l'ouverture, ces appareils ayant été placés, non pas à la fibre supérieure de la section réelle, en T, mais un peu au-dessous du hourdis, dans l'âme de cette section.

Si l'expérience justifie, comme nous venons de le voir, les errements des constructeurs, en ce qui concerne la solidarité des arcs d'une même arche, et la participation du hourdis à la résistance de ces arcs, le rapprochement des diagrammes d'enregistreurs et l'analyse des mesures de déformations locales démontrent, au contraire, que le mot « arcs » est ici tout à fait impropre; que, par exemple, les surcharges, loin de déterminer dans la section de clef une compression à peu près uniforme, y font apparaître des efforts d'extension considérables, et que, en un mot, l'on a affaire à de véritables poutres encastrées sur leurs appuis, et n'exerçant sur ceux-ci, conformément à la définition des poutres, aucune poussée horizontale appréciable.

Des épreuves au choc, à la suite desquelles n'est apparue aucune désagrégation, on peut conclure que rien ne doit justifier les craintes qu'a fait naître à cet égard le béton armé. Il semble même que la masse des ouvrages et la puissante solidarité de leurs différentes parties soient une garantie de plus.

Enfin, nous croyons avoir reconnu, à la suite des essais par impulsions rythmées, que la période vibratoire propre du pont de Soissons est beaucoup plus courte que celle des ouvrages métalliques précédemment expérimentés à ce point de vue (0^m 12 au lieu de 0^m 40), et que, par suite, les effets dynamiques, en général, se trouvent encore de ce chef, comme le montre la théorie, considérablement atténués.

RIBOUD,
Ingénieur des Ponts et Chaussées.

MINES

APPAREILS DE SÉCURITÉ EN USAGE

dans les exploitations minières d'Autriche-Hongrie.

(Suite et fin¹.)

SÉCURITÉ DU TIR DANS LES MINES. — La question du tir dans les mines, est, à juste titre, considérée comme de la plus haute importance au point de vue de la sécurité des mineurs; aussi emploie-t-on de plus en plus, dans le bassin, les explosifs de sécurité, à l'exclusion des dynamites. Certains de ces explosifs, en effet, sont préparés de telle façon que, comme les grisoutines-dynamites, ils peuvent être employés dans les milieux grisouteux; outre leur grande sécurité à ce point de vue, ils ont l'énorme avantage d'être absolument inertes au choc et au feu. Par l'emploi de ces produits, on évite donc toutes les causes possibles d'explosions fortuites.

Mais, du fait même de leur grande insensibilité, ces corps nécessitent de très bonnes capsules-amorces pour détoner. Par mesure de sécurité, on tend encore à rejeter de plus en plus le tir à la fusée ou mèche de mine, et à le remplacer par le tir électrique. Ce mode d'opérer offre encore l'avantage de permettre l'explosion absolument simultanée d'une volée de mines; le travail d'abatage se fait donc dans des conditions meilleures, et le rendement de l'explosif s'en trouve sensiblement amélioré.

Dans ces conditions, il y a deux facteurs importants à envisager dans la capsule-amorce électrique: la nécessité d'une bonne capsule de fulminate, et la constitution parfaite de l'amorce électrique. Il faut, en effet, que, dans un tir de plusieurs coups de mine, toutes les amorces aient exactement la même résistance, car, sans cela, on risque très

aisément les ratés, toujours fâcheux. On a mis en pratique, à ce propos, aux mines du comte Wilzeck, une méthode qui, à notre avis, devrait être généralisée, en choisissant un ouvrier intelligent qui vérifie, au laboratoire, la résistance de chaque capsule, avant sa mise en service.

Pour écarter toute crainte d'accident, la capsule est placée (fig. 25 et 26) dans un cylindre en tôle Z, muni, à sa face avant, d'une petite

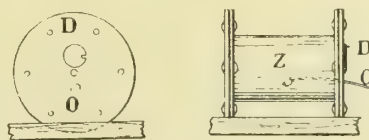


FIG. 25 et 26. — Appareil de contrôle des amorces électriques.

(1) Voir le *Génie Civil*, t. XLV, n° 6, p. 94.

ouverture D. On fait alors passer un faible courant, et on mesure la résistance de la capsule. La résistance est-elle trop grande, la capsule est mise au rebut; est-elle trop faible, la capsule détone à l'essai sans causer d'accident.

Les faibles dépenses qu'entraîne ce procédé sont peu de chose à côté du résultat atteint. Pour s'en rendre compte, nous ne citerons que le cas du siège de la Trinité, à Ostrau, où, en moins de deux ans, plus de 40 000 capsules électriques ont été contrôlées, sur lesquelles aucun raté ne s'est produit.

Dans les exploitations où la méthode de contrôle n'est pas encore en usage courant, comme le tir se fait aux explosifs de sécurité, on a cherché à supprimer la seule cause de danger, la capsule, car, dans ce tir, la charge d'un raté, à l'inverse d'une charge de dynamite qui peut détoner par le choc, n'est dangereuse que tant que la capsule-amorce reste dans la charge.

Un raté vient-il à se produire, on adapte au fil électrique de la capsule sortant du trou de mine U (fig. 27), une petite pince spéciale K, munie d'un anneau par lequel celle-ci est attachée à une très longue corde, terminée à son extrémité par une poignée F. Pour que la corde soit bien guidée, on place en avant du front de taille une poutrelle S₁,

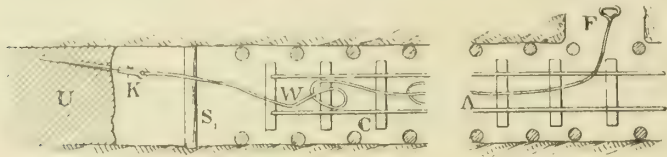


FIG. 27. — Dispositif d'enlèvement d'une capsule ratée (vue en plan).

puis on prend encore la précaution de dégager un peu le dessus du bourrage sans toucher au fil de la capsule. Ceci fait, l'ouvrier se place à un endroit protégé et exerce une forte traction sur la corde qui extrait ainsi la capsule de la charge. Si pendant cette opération délicate la charge vient à détoner, le but de la manœuvre est atteint également, car aucun accident n'est à redouter; si, au contraire, la capsule a pu être retirée de la charge, plus rien ne s'oppose alors au débouillage du raté, la charge restante étant absolument inerte.

SIGNAUX DE MANŒUVRE. — Les appareils d'appel, les signaux, etc., sont aussi l'objet d'améliorations journalières de la part des Ingénieurs autrichiens. Nous représentons (fig. 28 et 29) un dispositif de

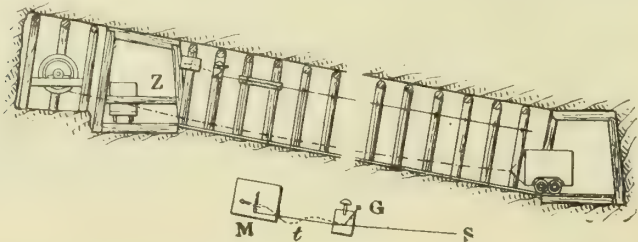


FIG. 28 et 29. — Avertisseur pour plan incliné et détail de l'avertisseur.

sonnerie et d'avertisseur dans un plan incliné. Ici, au lieu de n'avoir que la sonnerie d'appel, comme cela se fait généralement, le signal est double et se compose d'un timbre et d'un cadran avec aiguille indicatrice. L'aiguille M est reliée au timbre G par un fil métallique t: le timbre vient-il à être mis en mouvement par la traction de la tringle S, immédiatement l'aiguille indicatrice passe de la position verticale à la position horizontale. Cette disposition présente l'avantage d'avertir l'ouvrier préposé au treuil, même lorsqu'il n'a pas entendu le signal; voyant au cadran que la voie est libre, il peut donc faire la manœuvre et replacer ensuite l'aiguille dans sa position verticale. On peut rendre l'appareil automatique en le combinant avec la fermeture Z de la galerie supérieure. Celle-ci, en effet, doit être fermée lorsque la manœuvre a lieu dans le plan incliné.

Dans les figures 30 et 31 nous donnons deux dispositifs, l'un servant à la fermeture des barrières du bas par l'ouvrier du treuil, l'autre ayant pour objet l'arrosage et l'humidification de l'air du plan incliné.

Le dispositif de fermeture automatique des barrières de la galerie du bas, par l'ouvrier du haut, se comprend à première vue. La galerie inférieure G est fermée sur chaque côté du plan incliné par des poutrelles horizontales S₂ et S₃, glissant sur des montants de la galerie. Ces poutrelles sont maintenues par des câbles, passant sur des galets de guidage et conduisant à la recette du haut du plan. Le câble se termine par un levier de commande H. Le plan est-il mis en marche, les galeries doivent être fermées à la circulation.

L'ouvrier préposé au treuil n'a qu'à agir sur le levier de commande H et la fermeture se fait d'elle-même. Le travail est-il terminé dans le plan, immédiatement l'ouvrier agit en sens inverse sur le levier H, muni d'un contrepoids d'équilibre pour faciliter la manœuvre; les

barrières des galeries sont levées et laissent de nouveau la libre circulation. La conduite d'arrosage a pour but d'éviter l'accumulation et la formation des poussières, toujours dangereuses. A cet effet, on a branché sur la canalisation d'eau, à la tête et au bas du plan incliné, deux conduites horizontales transversales, placées assez haut pour ne gêner en rien la circulation. Ces conduites, commandées par des robinets H₂ et H₃, sont percées d'une multitude de petits orifices.

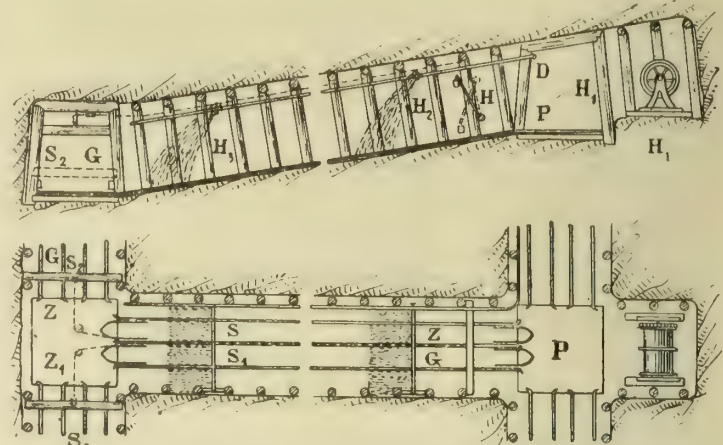


FIG. 30 et 31. — Coupe verticale et plan d'un dispositif de fermeture automatique pour plan incliné.

GARNISSAGE DES CADRES. — Une autre innovation, en usage courant dans les mines du bassin d'Ostrau, est le garnissage des bois de soutènement des galeries. On sait combien, dans certains quartiers où les terrains travaillent et où la pression est considérable, le boiserie devient coûteux par suite de la grande section qu'il faut donner aux bois, par le nombre considérable des garnissages qui doivent être très rapprochés, enfin par les remplacements fréquents. Pour donner une beaucoup plus grande résistance aux boisages, on a imaginé de garnir les

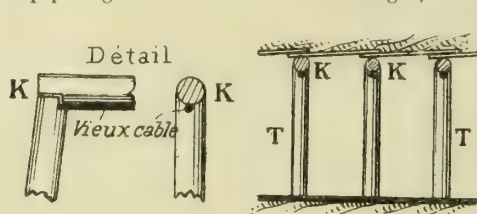


FIG. 32, 33 et 34. — Renforcement du boiserie avec de vieux câbles.

travaux du toit, à leur partie inférieure, de vieux câbles métalliques. Ce sont de vieux câbles de treuil, hors d'usage, ayant de 12 à 15 millimètres de diamètre. Ils sont solidement fixés par des crampons à la partie inférieure des poutres et, pour faire bien tenir tout l'assemblage, le câble est ensuite coincé dans le joint du montant. A mesure que le terrain travaille davantage, le câble se tend davantage et augmente la résistance. Ce procédé, que nous représentons sur les figures 32 à 34, s'est montré particulièrement économique et pratique, car s'il ne supprime pas complètement la rupture des boisages, il la rend très rare et fait économiser à la fois le bois et le temps.

FERMETURES DE GALERIES. — Nous terminerons enfin notre étude par la description d'une série de fermetures pour galeries. On sait com-

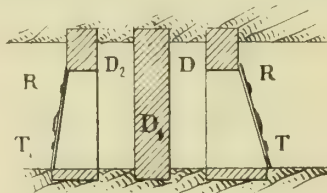


FIG. 35, 36 et 37. — Coupe verticale, plan et vue en bout d'une fermeture de galerie.

bien, dans certains cas, il est nécessaire d'avoir des fermetures hermétiques pour les besoins de l'aérage. En cas d'accident ou d'explosion, il est souvent nécessaire que les quartiers soient autant que possible isolés, afin que les gaz dangereux ne se propagent pas à travers tous les quartiers. Dans le bassin d'Ostrau, on a adopté, suivant les cas, différents types de fermetures.

La première (fig. 35, 36 et 37) ne peut servir que dans les galeries secondaires sans voie de roulage. Deux murs épais D et D₂ sont construits à travers la galerie à une distance de 2 mètres environ. On place sur les côtés extérieurs les portes de communication en fer T et T₁ se refermant d'elle-mêmes par suite du fruit donné extérieurement aux deux murs. Ces portes ne sont pas placées dans l'axe de la galerie mais, au contraire, sur le même côté. Dans l'axe des deux ouvertures on élève alors un troisième mur D₁ destiné à arrêter les gaz. Il est évident que si une explosion vient à se produire, la force expansive des gaz pourra facilement défoncer l'une des portes T ou T₁, mais le courant viendra buter contre le mur D₁ et sa puissance sera très réduite car, pour se propager plus loin, il faudra qu'il suive le chemin sinueux entre les deux portes. Le quartier limitrophe sera ainsi protégé dans une large mesure.

Mais si ce dispositif répond bien au desideratum d'isoler les chantiers, il a le gros inconvénient de ne pouvoir s'appliquer aux galeries de roulage. Dans celles-ci (fig. 38 et 39) la galerie est garnie d'un solide

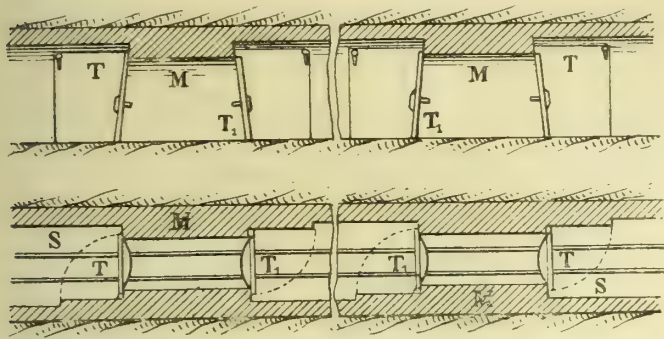


FIG. 38 et 39. — Coupe verticale et plan d'une installation de portes doubles à fermeture hermétique.

revêtement en maçonnerie M, plus épais de distance en distance pour recevoir les portes. L'appareil complet comprend deux, trois et même parfois quatre paires de portes. Chaque système de deux portes est placé à une distance de 12 à 15 mètres du précédent, ce qui permet donc le passage d'un train de bennes entre les ouvertures extrêmes. Les deux portes d'un même système sont espacées de 2 mètres à 2^m 50; elles sont inclinées pour la fermeture automatique et s'ouvrent en sens inverse. On voit qu'avec ce dispositif et avec le système le plus simple à deux paires de portes, il y a toujours au moins deux portes complètement fermées, et quatre en temps normal. Une explosion vient-elle à se produire, elle provoquera sans doute la rupture de la première porte, mais sera déjà très atténuée à la deuxième, troisième et quatrième. De plus, les portes s'ouvrant en sens contraire, si les unes sont projetées et démolies, les autres ne seront que poussées en avant et se refermeront d'elles-mêmes. Il y a donc là, sinon une sécurité complète, tout au moins une protection très appréciable.

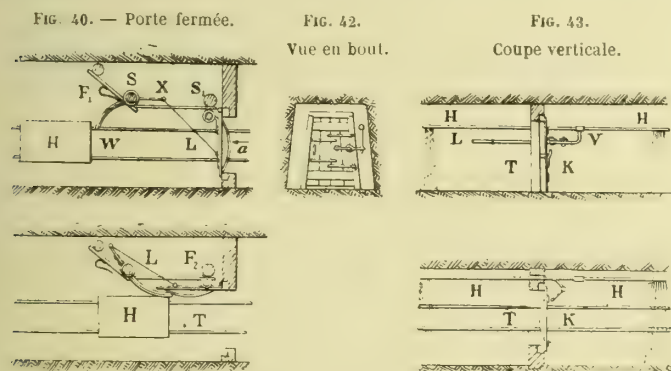


FIG. 40. — Porte fermée.

FIG. 42.
Vue en bout.

FIG. 43.
Coupe verticale.

FIG. 41. — Porte ouverte.

FIG. 44. — Plan.

FIG. 40 et 41.
Porte à fermeture automatique.

FIG. 42, 43 et 44.
Porte avec fermeture obligatoire.

Une autre disposition de fermeture automatique des portes est représentée par les figures 40 et 41. Ici le mécanisme est constitué par une colonne S, autour de laquelle pivote un double levier WX. Le levier W avance un peu dans la galerie de façon à venir en contact avec le wagonet montant H. La porte pivote autour d'un deuxième axe S₁; elle est munie d'un ressort en spirale F₂ qui la fait se refermer d'elle-même. Un deuxième ressort F₁ agit sur le levier W; enfin le levier X est relié à la porte par un câble L.

Ce dispositif permet l'ouverture et la fermeture automatique de la porte. La benne, en venant dans la direction de la flèche α, pousse d'elle-même la porte; le passage terminé, l'action du ressort F₂ se fait sentir et la porte se referme d'elle-même. Le wagonet vient-il au

contraire dans le sens opposé, il bute alors contre le levier W et pousse ce dernier qui, pivotant autour de l'axe S, entraîne le levier X et par suite la porte qui s'ouvre d'elle-même. Ici encore, après le passage, la porte, actionnée par le ressort F₂, se referme d'elle-même et sûrement.

Signalons enfin un dispositif très original de fermeture obligatoire des portes (fig. 42 à 44). Ici l'appareil consiste en un mur avec porte métallique ordinaire, mais celle-ci commande, par un levier, l'ouverture d'un robinet à trois voies V, placé sur une conduite d'eau spéciale H. La conduite générale L est munie d'un coude et du robinet de commande V qui permet l'arrivée de l'eau dans un tube horizontal H, de quelques mètres de longueur. A ses deux extrémités, ce tuyau H est percé d'une multitude de petits trous. En temps normal la porte est fermée et, par suite, le robinet V l'est également; mais si un ouvrier vient à passer, il est obligé d'ouvrir la porte qui, dans son mouvement, ouvre le robinet V. Aussitôt, en arrière et en avant de l'ouvrier, une pluie fine commence à tomber, aussi faut-il que le mineur, pour passer à sec, referme immédiatement la porte derrière lui. Il n'y a donc pas de crainte, avec ce système, qu'une négligence n'amène l'ouverture constante d'une porte dont la fermeture est nécessaire.

Telles sont, parmi beaucoup d'autres, certaines dispositions nouvelles, en usage dans les mines d'Autriche-Hongrie, qui nous ont paru les plus dignes d'attirer l'attention. Nous avons, à dessein, fait choix des installations les plus diverses pour bien montrer que dans toutes les parties de l'exploitation minière, la sécurité du mineur est rigoureusement assurée. Les résultats obtenus dans le bassin houiller de Moravie sont un précieux encouragement et montrent que si les précautions nécessaires sont prises dans les différents services, bien des vies humaines peuvent être épargnées. Il faut, du reste, rendre largement justice aux Ingénieurs des mines de tous les pays, qui de plus en plus étudient ces questions de sécurité: aussi les statistiques des accidents montrent-elles combien la situation est plus satisfaisante à ce point de vue depuis quelques années. Il faut espérer que cet heureux état de choses ne fera que s'améliorer encore.

H. SCHMERBER,
Ingénieur des Arts et Manufactures.

MATÉRIAUX DE CONSTRUCTION

EMPLOI DES SABLES ARGILEUX pour la fabrication du béton.

Il est généralement d'usage de laver les sables limoneux quand on veut les faire servir à la préparation du mortier ou du béton de ciment; cependant en opérant ainsi on n'augmente pas toujours la résistance; pour certains sables il y a quelquefois intérêt à laisser l'argile qui les imprègne, ainsi que le prouvent les expériences suivantes.

Ces expériences ont été faites au laboratoire d'essais de la Compagnie du Milwaukee and Saint-Paul Railway, à Chicago, sous la direction de M. J. C. Hain; nous en donnons les résultats d'après une étude de M. G. J. Grisenauer, publiée dans l'*Engineering News*.

Les premiers essais ont porté sur un même sable naturellement très propre et entièrement débarrassé, auquel on a ajouté des proportions variables d'une glaise de surface prise dans la sablière même. Les résultats sont donnés dans le tableau I, dans lequel les proportions centésimales de glaise sont comptées de telle façon que le nombre 100 représente le poids total du sable et de la glaise qui y a été ajoutée. Les proportions des mélanges ont été faites par pesées sur les matières absolument sèches.

TABLEAU I.

N ^{os} D'ORDRE	COMPOSITION DU MORTIER	GLAISE % de sable	RÉSISTANCE A LA TRACTION EN KILOGRAMMES PAR CENTIMÈTRE CARRÉ APRÈS					
			28 jours	3 mois	6 mois	1 an	2 ans	3 ans
1	Ciment : 1 Sable : 2	0	35,36	36,76	38,38	39,57	43,02	49,56
2		2	30,86	33,43	33,78	40,56	37,25	42,46
3		5	25,02	31,28	31,91	38,59	34,09	38,73
4		10	24,32	32,68	32,61	39,78	36,55	43,09
5	Ciment : 1 Sable : 3	20	24,48	25,86	29,38	36,69	29,66	30,36
6		0	20,32	23,37	27,00	30,22	30,57	34,65
7		2	18,06	27,41	29,38	32,19	30,29	31,67
8		5	17,43	24,46	24,74	34,51	29,10	29,66
9	Ciment Portland pur.	10	17,01	23,53	26,64	35,57	29,41	35,08
10		20	21,02	23,47	25,86	36,20	29,10	30,29
11		"	58,00	59,12	59,00	51,67	49,98	58,62

De ces chiffres il résulte que l'avantage d'une addition de glaise n'est sensible que dans le mortier à 3 pour 1, à condition, toutefois, de ne pas dépasser la proportion de 10 %.

Le tableau II est relatif à des mortiers à 3 pour 1 faits avec des sables de provenances diverses et plus ou moins limoneux, dans lesquels on a laissé la quantité de glaise qui s'y trouve renfermée naturellement. L'essai 18 est relatif au ciment pur.

TABEAU II.

N ^{os} D'ORDRE	COMPOSITION DU MORTIER	GLAISE % de sable	RÉSISTANCE A LA TRACTION EN KILOGRAMMES PAR CENTIMÈTRE CARRÉ APRÈS					
			7 jours	28 jours	3 mois	6 mois	1 an	2 ans
12	Ciment : 1 Sable : 3	2,5	8,15	10,33	14,53	16,94	16,87	19,89
13		2,7	8,36	13,42	17,08	20,24	21,30	23,30
14		3,2	10,26	14,48	20,59	22,00	24,67	26,92
15		3,2	8,99	13,00	16,79	16,80	23,05	23,33
16		5,0	9,84	13,21	17,30	19,73	24,88	28,96
17		7,7	11,66	17,43	21,02	23,09	29,03	30,13
18	Ciment Portland pur.	»	37,46	41,89	44,24	45,41	44,42	51,80

Ces chiffres montrent nettement la bonne influence du limon à condition que ce soit le limon même qui accompagne naturellement le sable dans son gisement; sa composition et sa texture sont évidemment en rapport avec celles du sable lui-même, et on s'explique qu'elles aient une certaine influence; à ce point de vue, les essais 14 et 15, relatifs à une même teneur en glaise et qui donnent des chiffres notablement différents, sont assez typiques; de même les essais 15 et 16 se rapportant à deux sables provenant de couches différentes d'une même sablière.

Le tableau III est relatif à un même sable contenant naturellement 6 % de limon, et avec lequel on a fait un mortier de ciment de Portland à 3 pour 1, soit en l'employant tel quel, soit après l'avoir lavé; la bonne influence du limon de carrière est ici manifeste.

TABEAU III.

N ^{os} D'ORDRE	NATURE DU SABLE	GLAISE % de sable	RÉSISTANCE A LA TRACTION EN KILOGRAMMES PAR CENTIMÈTRE CARRÉ APRÈS				
			7 jours	28 jours	3 mois	6 mois	1 an
19	Sable naturel	6	13,00	15,67	20,38	21,21	26,50
20	Sable lavé.	0	9,84	12,72	13,32	16,51	21,30
21	Ciment Portland pur. .	»	43,97	49,91	52,23	48,29	57,30

Tous les essais précédents ont été faits avec du ciment de Portland; dans les suivants, on a employé du ciment naturel et un même sable renfermant plus ou moins de glaise; ici, l'avantage semble revenir au sable lavé; il faut remarquer, toutefois, que la glaise qui a été ajoutée a été prise, il est vrai, dans la même sablière que le sable, mais à la surface, et qu'elle peut avoir une texture et un effet différents de ceux qu'on aurait observés si l'on avait pu employer le limon accompagnant naturellement le sable.

TABEAU IV.

N ^{os} D'ORDRE	COMPOSITION DU MORTIER	GLAISE % de sable	RÉSISTANCE A LA TRACTION EN KILOGRAMMES PAR CENTIMÈTRE CARRÉ APRÈS					
			28 jours	3 mois	6 mois	1 an	2 ans	3 ans
19	Ciment : 1 Sable : 2	0	10,12	14,69	19,05	17,36	15,67	16,94
20		2	7,94	16,23	18,13	17,78	14,27	18,69
21		5	8,13	14,44	17,50	17,01	15,04	18,62
23		10	8,22	12,44	17,85	16,30	14,20	17,15
24		20	6,11	13,28	16,70	14,69	16,58	16,72
25	Ciment naturel pur.	»	13,28	19,33	20,52	23,26	26,08	26,57

De l'ensemble de ces résultats on peut conclure que rien *a priori* ne fait préjuger de la bonne ou mauvaise influence du limon dans un sable naturel, ni du résultat que donnera l'addition d'une certaine quantité d'argile à un sable maigre pour en faire un mortier; que ce soit avec du ciment artificiel ou avec du ciment naturel; dans tous les cas, si les travaux projetés sont importants il y a intérêt à faire des essais répétés avant de s'engager dans des opérations de lavage qui peuvent être coûteuses, difficiles et cela sans aucun profit; souvent même, l'opération peut être nuisible. On peut dire cependant, qu'en général, la présence du limon qui accompagne naturellement le sable a une bonne influence: s'il n'est pas trop abondant, si le mortier est maigre et si le ciment est artificiel.

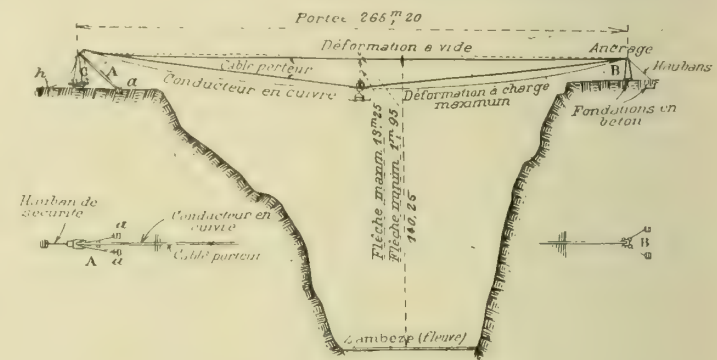
VARIÉTÉS

Transbordeur à câble équilibré sur le Zambèze.

Le chemin de fer que les Anglais construisent dans l'Afrique du Sud et prolongent continûment vers le nord avec l'espoir de le relier à celui du Caire, dans un avenir peu éloigné, atteindra bientôt le fleuve Zambèze, en un point situé très près des chutes Victoria dont on compte d'ailleurs utiliser la force motrice. En ce point, le fleuve est encaissé entre deux rives presque à pic, donc les bords supérieurs sont à plus de 140 mètres au-dessus du niveau des eaux et sont éloignés de plus de 200 mètres. Comme il est impossible de faire aucune fondation dans le lit même du fleuve, le chemin de fer le franchira sur un pont métallique à une seule arche, dont les deux moitiés seront construites simultanément et séparément sur chacune des deux rives. Ce projet oblige nécessairement au transport préalable des matériaux sur la rive nord. Ce transport se fera au moyen d'un câble, dit équilibré, d'un système nouveau qui, après épreuves satisfaisantes en Angleterre, vient d'être expédié en Afrique où son montage vient d'être commencé. Le schéma de l'installation est représenté ci-dessous.

Le câble porteur a 65 millimètres de diamètre. Sur une des rives il est attaché à un pylône fixe B, maintenu en position par deux haubans; sur l'autre, il est fixé à une sorte de chèvre métallique inclinée A pouvant osciller autour des rotules *a*, ayant un même axe horizontal de rotation.

Au sommet de cette chèvre se trouve suspendu un contrepoids, dit poids d'équilibrage et pesant 60 tonnes, qui s'élève en même temps que A quand le convoyeur, allant d'un des bords vers le milieu, fait passer la flèche, que prend le câble, d'une quantité faible à une quantité



Vue d'ensemble du transbordeur à câble équilibré du Zambèze.

élevée. Il y a, de plus, un hauban de sécurité *h* dont la longueur est réglée de façon qu'il soit tendu lorsque la flèche est maximum.

Le convoyeur est un trolley électrique automoteur, dont le mécanisme actionne lui-même les galets par lesquels il est suspendu au câble porteur et dont la prise de courant se fait sur un conducteur en cuivre placé au-dessous. Ce trolley est en outre muni d'un monte-charge qui permet d'enlever les fardeaux ou de les déposer. Un seul wattman, prenant place sur le trolley, commande toutes ces manœuvres.

On voit que par ces dispositions on laisse complètement libre la déformation du système sous les variations de charge et de température; la tension du câble étant toujours la même, on la fixe à telle valeur que l'on veut et elle ne prend jamais une valeur exagérée; on évite aussi les inconvénients du mou que prend quelquefois le câble quand on opère par câble tracteur; de plus le wattman se déplaçant avec le trolley règle sa vitesse comme il lui convient, et selon les circonstances, d'ailleurs susceptibles de varier, pendant le trajet; en fait, l'assistance de mécaniciens sur les deux rives, comme dans le système à câble tracteur, est inutile. Enfin l'absence de ces câbles fait que l'ensemble a une plus grande légèreté et ne nécessite pas des frais d'établissement élevés.

Il semble à première vue que, à cause de la flèche très grande qu'on laisse prendre au câble, le travail dépensé dans la deuxième partie du trajet effectué en charge, soit considérable, puisqu'il faut remonter une pente très raide; il n'en est rien puisque cette pente diminue au fur et à mesure que le convoyeur progresse; en fait le travail de la pesanteur correspondant est fait par le contrepoids pendant son abaissement; celui-ci équilibre aussi, et de la même façon, le travail correspondant au soulèvement du poids du câble quand sa flèche diminue.

La charge maximum utile du trolley est de 10 tonnes.

Le poids total de matériel qu'il faudra ainsi transborder est de 40 000 tonnes et on compte pouvoir transborder 800 tonnes par jour.

Une première application de ce principe a déjà été faite, en Angleterre, pour les travaux des docks de l'amirauté à Devonport. Mais ici, comme le trolley est chargé à l'aller comme au retour, la disposition avec contrepoids qui n'est réalisée, au Zambèze, que pour une des rives, a été adoptée pour les deux extrémités du câble.

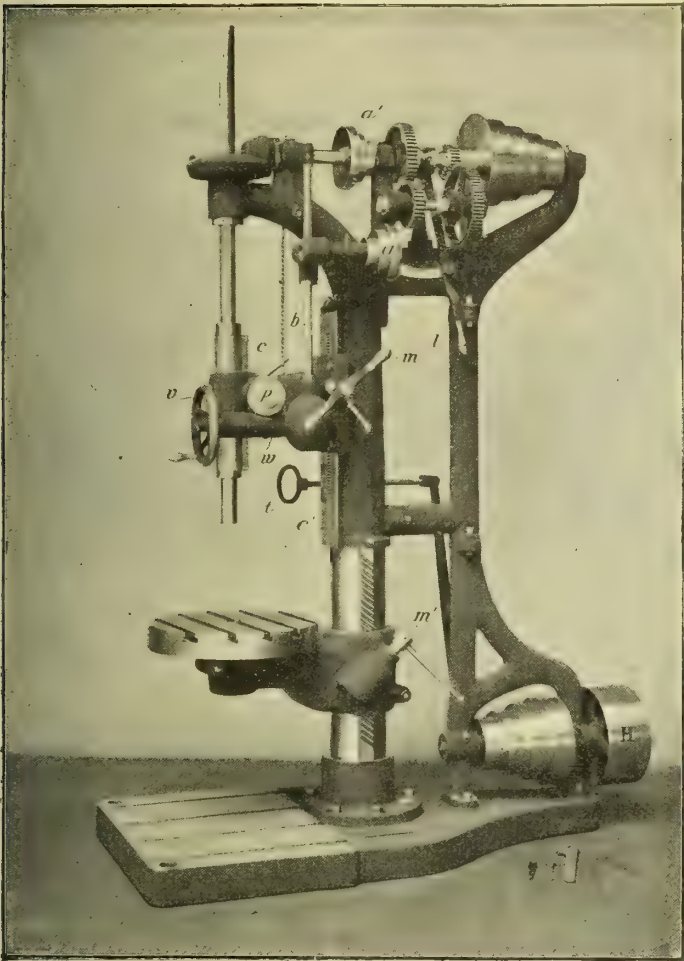
Perceuse verticale automatique.

La machine à percer, représentée ci-dessous, réalise un ensemble de dispositions ingénieuses, destinées à réduire au minimum la part de l'effort musculaire et de l'initiative de l'ouvrier dans la marche et la surveillance de cet appareil.

Tous les organes de la machine sont fixés sur un bâti coulé en plusieurs pièces boulonnées; les deux poulies de commande H sont à la partie inférieure et actionnent l'arbre porte-foret par l'intermédiaire de 2 cônes et de trains d'engrenage.

Le mouvement vertical de l'outil est commandé, soit à la main par le volant v, soit par les cônes a, a' (donnant trois vitesses), et l'axe b, qui agissent sur la vis tangente w, sur le pignon p et sur la crémaillère verticale c, solidaire du porte-outil. Une graduation permet d'arrêter les trous à la profondeur exacte qu'on a prévue.

Le chariot porte-outil tout entier peut aussi être déplacé, le long de



Perceuse verticale automatique.

la crémaillère c', au moyen de la manivelle m; l'amplitude de cette course varie suivant les modèles. La table peut elle-même se déplacer verticalement sur le bâti sous l'action de la manivelle m' et d'un engrenage visible sur la figure; elle est encore susceptible de tourner autour de son support, dans un plan horizontal. Enfin, pour les pièces à percer plus volumineuses, la semelle du bâti, pourvue de rainures, peut remplacer la table comme support.

On aperçoit le levier de commande l de l'embrayage à griffes qui permet d'obtenir le retour rapide de l'outil, en débrayant le train d'engrenages, et en t la poignée qui permet d'embrayer ou de débrayer la courroie de commande de la machine.

Avec cette perceuse, on obtient, suivant les modèles, des trous de 35, 50 ou 75 millimètres; l'arbre vertical a un déplacement maximum de 3 mètres, 3^m 50 ou 4 mètres, et la hauteur de la pièce à percer peut atteindre, si l'on ne tient pas compte du jeu nécessaire pour la mise en place de l'outil, 1^m 20 ou 1^m 50 en utilisant la semelle comme support. Le plus grand modèle pèse 2 100 kilogr. et occupe 1^m 50 sur 2^m 30 seulement.

La conductibilité de l'atmosphère aux tensions élevées.

M. H. J. Ryan a présenté à l'American Institute of Electrical Engineers, une intéressante communication sur la conductibilité de l'atmosphère aux tensions élevées (1).

(1) Reproduite dans l'Electrical Review,

L'auteur rappelle d'abord les travaux de Ch. F. Scott, et en résume les résultats fondamentaux : la perte atmosphérique commence à se produire pour une certaine valeur de la tension maximum du courant alternatif, et ce maximum dépend du rayon des conducteurs, de leur distance, de la pression atmosphérique et de la température; l'état hygrométrique paraît n'exercer qu'une influence inappréciable.

Le tableau ci-dessous indique les tensions maxima (et les tensions efficaces dans l'hypothèse d'une onde sinusoïdale) pour lesquelles la perte commence à se produire, la distance des conducteurs étant de 1^m 20, la température étant 21° C. et la pression atmosphérique 75 centimètres de mercure.

TENSION MAXIMUM EN VOLTS	TENSION EFFICACE EN VOLTS	TENSION DE SERVICE (90 " % de la précédente)	DIAMETRE DES CONDUCTEURS EN MILLIMETRES
78 500	55 000	50 000	1,5
118 000	83 300	75 000	2,7
157 000	111 100	100 000	4,9
235 300	166 600	150 000	10,9
311 000	222 200	200 000	18,0
392 000	277 700	250 000	25,0

Les expériences de M. Ryan ont eu pour but : 1° de fournir les renseignements nécessaires pour l'établissement d'une formule tenant compte de tous les facteurs qui exercent une influence sur la perte; 2° de vérifier que le commencement de la perte coïncide bien avec l'apparition de l'aurole.

L'appareil employé était formé d'un fil tendu au centre d'un cylindre métallique. Un oscillographe à flux cathodique servait à relever photographiquement les courbes de pression et d'intensité qui étaient ensuite traduites en coordonnées rectangulaires. A partir d'une certaine tension, on constate dans la courbe du courant de charge, et au voisinage du zéro, une petite inflexion, en même temps qu'apparaît l'aurole. Si l'on augmente la tension, cette inflexion augmente également, en partant toujours de la même valeur.

M. Ryan a constaté que le début de la perte coïncide bien avec l'apparition de l'aurole, et que cette aurole fournit un moyen de mesurer la différence de potentiel plus exactement que par l'observation de la distance explosive.

La différence de potentiel E_{max} à laquelle l'aurole commence à apparaître se trouve exprimée par la formule :

E_{max} = 17,94 b / (439 + t) x 350 000 log (s/r) (r + 0,07)

qui s'applique à tous les conducteurs au-dessus de 6 millimètres de diamètre, et dans laquelle :

- b est la pression atmosphérique en pouces de mercure;
- t la température en degrés Fahrenheit;
- s et r la distance des conducteurs et leur rayon en pouces.

Griffes pour l'ancrage des wagons de chemins de fer.

Le dispositif, système Hertzler, que représentent les figures 1 à 3, d'après le Zentralblatt der Bauverwaltung, consiste en une double tenaille articulée dont les mâchoires a et b embrassent, d'un côté le champignon supérieur du rail, de l'autre, le bandage d'une roue de

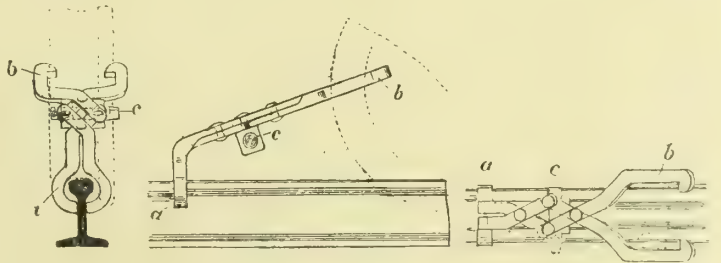


Fig. 1 à 3. — Vue en bout, élévation et plan d'un dispositif d'amarrage des wagons.

wagon. Le serrage et le desserrage sont commandés par un boulon c à double filetage, qu'on fait tourner dans le sens voulu au moyen d'une clef.

Il est facile, dans ces conditions, d'amarrer exactement le véhicule en un point quelconque de la voie choisi suivant les nécessité du stationnement.

SOCIÉTÉS SAVANTES ET INDUSTRIELLES

Société des Ingénieurs civils.

Séance du 3 juin 1904.

Présidence de M. G. RICHARD, Président de la 3^e Section.

M. LE PRÉSIDENT annonce que MM. J.-B. et G. Hersent, fils de l'ancien et regretté Président de la Société, ont fait connaître leur intention de fonder un prix à décerner par la Société des Ingénieurs civils de France. Les revenus d'un capital de 20 000 francs en assureraient la valeur et seraient distribués tous les six ans.

I. — M. A. DE GENNES présente une communication sur la *Traction pneumatique, par locomotive à air comprimé, dans les mines des États-Unis*.

Il énumère d'abord les différents systèmes de traction usités dans les mines : à bras d'homme; par les animaux; par câble ou chaîne; par la vapeur; par l'électricité; et enfin la traction par locomotive à air comprimé, ou traction pneumatique. Il les compare entre eux, et fait ressortir les divers avantages de la traction pneumatique.

A cette occasion, M. de Gennes fait une comparaison entre le *rendement mécanique* des différents organes employés dans une mine et ce qu'il appelle le *rendement industriel*, qui comprend non seulement ce premier chiffre, mais en outre toutes les modifications que peuvent lui faire subir les circonstances au milieu des autres facteurs de la mine.

M. de Gennes décrit ensuite deux engins qui ont fait récemment de grands progrès et ont permis la large utilisation de la traction pneumatique aux États-Unis : un compresseur à haute pression (88 kilogr.), puis une locomotive pneumatique.

La traction mécanique paraît, selon lui, tout indiquée pour les houillères françaises à grands parours et à danger de grisou.

M. L. MÉKARSKI fait observer que, depuis 1879, une locomotive, qui a obtenu une récompense à l'Exposition de 1878, fonctionne à Graissessac dans l'Hérault et donne toute satisfaction. De même, il existe des compresseurs français, à cascade, qui atteignent des pressions de 80 kilogr. à Billancourt (1), et 100 kilogr. à la Compagnie de l'Ouest. M. Mékarski conclut même à l'infériorité des compresseurs américains dans lesquels l'injection d'eau est supprimée, ce qui fait perdre une grande partie du bénéfice de l'étagement.

M. de Gennes répond que la supériorité attribuée par M. Mékarski aux compresseurs à injection ne semble pas, jusqu'à présent, être reconnue aux États-Unis, ni en Allemagne, où on préfère au contraire les compresseurs à sec.

II. — M. G. HART, parlant ensuite des *Turbines à vapeur*, montre qu'elles se répandent de plus en plus dans l'industrie, bien que leur emploi soit encore limité à certains usages, d'ailleurs fort importants.

Les pertes thermiques sont, en effet, très considérables dans la machine à vapeur actuelle à pistons (30 à 48 %), par suite de la communication alternative du cylindre avec les sources de chaleur et de froid, et elles sont encore exagérées par les ruptures de cycle causées par les imperfections du mode de transmission et de transformation de l'énergie.

Dans les turbines, les pertes thermiques sont réduites au minimum, chaque point de la turbine restant à température constante par suite de l'écoulement de la vapeur toujours dans le même sens. Les passages offerts au fluide sont proportionnels à son volume, et, par suite, il n'y a pas de ruptures de cycle importantes.

L'admission de la vapeur y est rapidement proportionnée au travail à effectuer et sans créer de brusques variations de vitesse. L'absence de forces d'inertie périodiques vient encore ajouter à cette régularité tout en diminuant les causes de dérèglement et l'usure, et en élevant le rendement organique.

D'autres avantages accessoires sont : la réduction de poids et d'encombrement, l'absence de vibrations, l'absence de matières grasses dans l'eau de condensation.

M. G. Hart évalue à 90 000 chevaux la puissance demandée actuellement aux turbines à vapeur (commande de dynamos, de pompes centrifuges, de ventilateurs, etc., ou propulsion de navires).

Les turbines à vapeur peuvent se classer :

1^o D'après le mode d'action de la vapeur, en tur-

bines à action, turbines à réaction, et turbines mixtes;

2^o D'après le nombre des roues mobiles, en turbines à roue simple et turbines à roues multiples (ou compound);

3^o D'après le sens de l'écoulement de vapeur, en turbines radiales (centripètes et centrifuges) et en turbines axiales;

4^o D'après l'admission, en turbines à admission totale et turbines à admission partielle.

Dans les turbines à action à roue simple, la distribution de la vapeur à la roue mobile se fait à l'aide de tuyères de formes géométriques calculées à l'aide de ce que l'on connaît des lois de l'écoulement de la vapeur : mais, pour les turbines à roues multiples, dans lesquelles le fluide passe d'une roue mobile sur l'autre par l'intermédiaire de canaux de formes variées, il semble que ces règles doivent subir certaines modifications, du fait de la forme des canaux, et surtout du mouvement rapide dont sont doués les aubages des roues mobiles.

M. Hart passe en revue les types actuels de turbines à vapeur : Parsons, de Laval, Rateau, Curtis, Bréguet, Riedler-Stumpf, Zoelly, Westinghouse, Schulz, dont la plupart ont été décrits à diverses reprises dans le *Génie Civil* (1).

A. B.

Académie des Sciences.

Séance du 6 juin 1904.

Chimie agricole. — *Sur les engrais humiques complets*. Note de M. J. DUMONT, présentée par M. Müntz.

La préparation rationnelle des engrais humiques complets, à base de tourbe, repose essentiellement sur la production des humates et des humophosphates solubles qui sont les composants actifs de la matière noire du fumier de ferme. Pour vaincre la passivité de l'humus tourbeux, l'inertie de l'azote, et pour rendre possible en même temps la formation des composés phospho-humiques, on peut utiliser avec succès l'action dissolvante qu'exercent les carbonates alcalins sur les matières organiques naturelles du sol, et le pouvoir absorbant que l'humus possède à l'égard de l'acide phosphorique ou des phosphates préalablement dissous.

L'auteur indique les effets produits sur le rendement des récoltes qu'il a obtenues en employant des engrais préparés d'après ces données générales.

Chimie industrielle. — *L'étouffage des cocons par le froid artificiel*. Note de M. J. DE LOVERDO, présentée par M. Müntz.

D'après les expériences de l'auteur, l'étouffage serait obtenu aussi sûrement par le froid que par l'action de la chaleur, en laissant séjourner le cocon pendant un mois à une température sèche inférieure à 0 degré; les résultats sont d'autant meilleurs que la température est plus basse.

Chimie minérale. — *Émanation du radium (Exradio), ses propriétés et ses changements*. Note de Sir William RAMSAY.

L'auteur, en collaboration avec M. Soddy, a pu mesurer la quantité d'émanation qui s'échappe du bromure de radium dans un temps connu et déterminer la position de ses raies spectrales les plus lumineuses. La présente note expose le résultat des premières expériences faites dans ces conditions :

Le bromure de radium décompose l'eau et donne un mélange tonnant contenant un peu d'émanation et dans lequel l'hydrogène est en excès;

L'émanation possède une luminosité, paraît se comporter comme un gaz ordinaire et ressemble, chimiquement, aux gaz de la famille de l'argon. L'auteur confirme la production de l'hélium à partir de l'émanation qu'il propose d'appeler *exradio*, et expose ses essais infructueux de synthèse de l'exradio à partir de l'hélium, et du radium à partir de l'exradio.

Électricité. — *Sur les rayons cathodiques*. Note de M. P. VILLARD, présentée par M. Mascart.

Les propriétés des rayons magnéto-cathodiques sont inverses de celles des rayons de Hittorf : le champ électrique agit sur les premiers comme le champ magnétique sur les seconds, et réciproquement.

(1) Voir le *Génie Civil*, t. XXXIX, n° 3, p. 33, et n° 13, p. 213; t. XL, n° 8, p. 121, et n° 22, p. 372; t. XLII, n° 24, p. 393; t. XLIII, n° 21, p. 335; t. XLIV, n° 5, p. 64.

Électrochimie. — *Influence de la fréquence dans l'électrolyse par courant alternatif*. Note de MM. André BROCHET et Joseph PETIT, présentée par M. Henri Moissan.

On admettait auparavant que, dans l'électrolyse par courant alternatif, la fréquence avait une action capitale sur les réactions mises en jeu et que la quantité de produits formés aux électrodes décroissait rapidement au fur et à mesure que cette fréquence s'élevait.

Les auteurs établissent que cette remarque n'est pas générale et que la fréquence n'a qu'une action faible dans le cas, précisément, de réactions particulières au courant alternatif, telles que la dissolution du fer et du platine dans le cyanure de potassium et celle du plomb dans l'acide sulfurique.

Avec le nickel et le cobalt la fréquence agit d'une façon toute particulière en contradiction avec ce que l'on avait admis jusqu'ici. Le courant alternatif paraît jouir de propriétés électrolytiques spéciales toutes différentes de celles du courant continu.

Géologie. — *Sur les conditions générales de la sismicité des pays barbaresques*. Note de M. F. DE MONTESSEUS DE BALLORE, présentée par M. de Lapparent.

Un rôle sismogénique semble dévolu en Algérie, non à l'effondrement méditerranéen et à la fracture correspondante, mais aux dislocations résultant de la surrection de l'Atlas tellien, peut-être même aussi à quelques-uns de ses plissements.

D'après cette étude, les emplacements de la plupart des villes de l'Algérie seraient généralement aussi mal choisis que possible quant à la propagation des vibrations sismiques.

Mécanique. — *Sur une variante du joint universel*. Note de M. L. LECORNU, présentée par M. Léauté.

Certains constructeurs d'automobiles ont adopté un joint universel présentant une disposition très simple. L'un des arbres est terminé par un boisseau cylindrique pourvu de fentes longitudinales servant à guider des coulisseaux portés par l'extrémité de l'autre arbre. Au point de vue cinématique, le fonctionnement de ce joint est le même qu'avec le croisillon ordinaire mais le frottement s'exerce d'une façon différente.

L'auteur montre qu'étant données les conditions pratiques, l'ancienne disposition est préférable à la nouvelle au point de vue de la perte de travail produite par le frottement.

Navigation aérienne. — *Sur la vitesse critique des ballons dirigeables*. Note de M. Ch. RENARD, présentée par M. Maurice Lévy.

Les ballons dirigeables tels qu'on les conçoit aujourd'hui (France, Santos-Dumont, Lebaudy) ont une vitesse critique pour laquelle leur coefficient de stabilité longitudinale s'annule et au-dessus de laquelle ce coefficient devient négatif.

Cette vitesse critique est relativement faible pour les ballons usuels (de 8 mètres à 11 mètres par seconde suivant la grosseur du ballon). Elle est inférieure à celle qui serait nécessaire pour rendre les aérostats pratiquement dirigeables. Elle est inférieure à la vitesse que les moteurs légers actuels permettraient d'obtenir et il résulte que, dans l'état actuel des choses, de nouveaux progrès dans la voie de l'allègement des moteurs ne peuvent plus contribuer en rien à augmenter la vitesse propre des ballons.

Autrefois, la difficulté du problème de la direction des ballons semblait consister uniquement dans la recherche des moyens d'augmenter la puissance motrice en allégeant le poids de l'unité de puissance; aujourd'hui un nouvel obstacle apparaît, celui de l'instabilité longitudinale des ballons en marche et, tant qu'il ne sera pas franchi ou tourné, les nouveaux progrès des moteurs ne feront pas avancer la question. Ces phénomènes ont été étudiés à Chalais par la méthode du *tunnel* que l'auteur expose dans cette note et dans laquelle il donne aussi la manière de calculer la vitesse critique.

En pratique, le ballon devient ingouvernable bien au-dessous de la vitesse critique.

Physiologie. — *Action physiologique de l'émanation du radium*. Note de MM. Ch. BOUCHARD, P. CURIE et V. BALTHAZARD.

D'expériences faites sur les souris et les cobayes, il résulte que ces animaux sont intoxiqués par les émanations du radium introduites par voie respiratoire ou lorsqu'elles agissent par voie cutanée; la mort survient d'autant plus rapidement que la tension des émanations dans le flacon est plus grande.

Les animaux qui ont succombé à l'action des émanations ont leurs tissus radioactifs.

A. B.

(4) Voir le *Génie Civil*, t. XXXIX, n° 12, p. 185.

BIBLIOGRAPHIE

Revue des principales publications techniques.

AUTOMOBILES

Moteur à benzine pour automobiles. — Le *Praktische Maschinen-Konstrukteur*, du 12 mai, décrit sommairement un moteur à benzine construit par la fabrique d'automobiles de Pasing, près Munich. L'enveloppe de ce moteur fait corps avec la partie arrière du châssis, laquelle constitue un vaste manchon renfermant le volant, le différentiel, les embrayages et l'essieu moteur. Le moteur est horizontal et son axe longitudinal coïncide avec celui de la voiture.

CHEMINS DE FER

Serrures d'enclenchement pour les aiguillages des chemins de fer. — Le *Zentralblatt der Bauverwaltung*, du 14 mai, donne la description d'un type de serrure d'enclenchement employé en Allemagne pour des gares de peu d'importance. Ces serrures sont généralement doubles, c'est-à-dire construites de façon à pouvoir verrouiller l'aiguille dans ses deux positions. Les deux clefs sont différentes et on ne peut enlever que celle qui ne fonctionne pas, tandis que celle qui produit le verrouillage se trouve immobilisée.

Toutes ces clefs, quand elles ne sont pas engagées dans leur serrure, sont centralisées dans le poste des signaux, et rangées sur un panneau où chacune d'elles a sa place marquée. Des trous, percés à des endroits différents dans la poignée de chaque clef et où doivent s'insérer des chevilles fixées au panneau, empêchent matériellement toute erreur dans le rangement des clefs.

Le tableau compte autant de rangées verticales qu'il y a de clefs, et autant de rangées horizontales qu'il y a de combinaisons d'aiguillages utiles pour la marche des trains ou machines.

Les positions de tous les signaux intéressés par un itinéraire donné sont figurées sur la rangée horizontale qui correspond à cet itinéraire. L'aiguilleur a donc sous les yeux l'indication des signaux à manœuvrer et l'ensemble des clefs. Pour qu'un itinéraire quelconque puisse être réalisé, il faut que toutes les clefs de la ligne horizontale correspondante soient rapportées sur le tableau; l'agent du poste ne doit donc manœuvrer les signaux qu'après vérification de cette condition absolue, vérification qui ne demande qu'un simple coup d'œil sur le tableau.

ÉLECTRICITÉ

Ligne électrique à longue portée. — L'*Electrical World*, du 16 avril, décrit une portée de 300 mètres établie sur une ligne à 250 volts, près de Braddock (Pennsylvanie), à la traversée d'une rivière.

La ligne comprend quatre câbles en aluminium, de 400 millimètres carrés, tendus entre deux pylônes élevés sur les rives, et retenus par les haubans. A l'extrémité de chaque câble, un manchon fixé par pression hydraulique vient s'attacher à des isolateurs-tendeurs, et un boulon de réglage permet de donner la tension voulue.

A conductibilité égale, l'aluminium ne pèse que 0,48 fois le poids du cuivre, et sa résistance mécanique est de 60 % plus élevée, de sorte qu'il permet des portées plus grandes.

La flèche maximum admise en été a été de 10^m 60, la pression maximum du vent 2^m 8 par centimètre carré, l'épaisseur de la couche probable de givre 6 millimètres. L'aluminium étiré dur a une tension de rupture de 24^m 5 par millimètre carré. Le calcul montre que, dans les circonstances les plus défavorables, la tension de la ligne ci-dessus atteindra 19^m 6; autrement dit elle n'offrirait pas une sécurité suffisante. On a donc prévu de la détendre à chaque automne et de la retendre au printemps.

L'auteur montre qu'avec des écarts moindres entre les températures extrêmes, on pourrait se contenter d'un réglage une fois fait.

HYDRAULIQUE

Pressions exercées sur un plan mince en mouvement dans un fluide. — Ce problème, en corrélation avec celui de la résistance qui s'oppose au mouvement des solides dans les fluides et celui de la propulsion des navires, a été étudié expérimentalement et les résultats d'observations ont été traduits mathématiquement par M. A. W. JOHN dans un mémoire qu'il a présenté à la dernière réunion de la Société des Naval Architects. Un extrait de ce mémoire est donné dans l'*Engineer* du 15 avril.

HYGIÈNE

Pollution des fleuves par les eaux d'égout. — L'*Engineering* reproduit, dans son numéro du 15 avril, les parties principales du rapport du docteur A. C. Housron relativement à l'infection de la Tamise par les eaux d'égout. L'étude des eaux a été faite uniquement au point de vue bactériologique et les analyses ont été purement qualitatives. Elles ont porté sur les eaux du fleuve depuis des points situés en amont de certaines prises d'eau jusqu'à ceux qui sont en aval de la sortie des eaux d'égout.

La conclusion de ce travail est qu'il ne faut jamais compter sur la purification spontanée des eaux courantes par les moyens naturels, dès qu'elles ont été profondément infectées et qu'il y a lieu de voir s'il n'y a pas intérêt à stériliser complètement sinon les eaux d'égout, tout au moins les déjections de certains malades qui y sont déversées, avant de les envoyer dans le fleuve.

MATÉRIAUX DE CONSTRUCTION

L'économie de l'emploi du béton. — M. BIEDERMANN recherche, dans le *Zentralblatt der Bauverwaltung*, du 11 mai, l'économie que procure l'emploi du béton au lieu de la maçonnerie. D'après un tableau qu'il a dressé, les dépenses pour les principaux types de construction seraient celles-ci, par mètre cube de l'ouvrage :

Maçonnerie de briques :

780 décimètres cubes de briques à 33 marks	
le mille	13,80
80 décimètres cubes de ciment à 36,25 marks	
le mètre cube	2,90
270 décimètres cubes de sable à 1,9 marks	
le mètre cube	0,51
Main-d'œuvre	10,79
TOTAL	28,00

Maçonnerie de moellons :

1 ^m 25 de moellon à 7,4 marks	8,88
410 décimètres cubes de ciment à 36,25 marks	3,99
330 — de sable à 1,9 marks	0,63
Main-d'œuvre	10,00
TOTAL	23,50

Béton à 1 de ciment pour 3 de sable et 8 de gravier :

400 décim. cubes de ciment à 36,25 marks	3,63
300 — de sable à 1,9 marks	0,57
800 — de gravier à 3,4 marks	2,72
Main-d'œuvre	8,00
TOTAL	14,92

Le prix du béton peut, d'ailleurs, varier dans de grandes proportions, suivant la quantité du ciment qui en constitue l'élément onéreux. Le dosage indiqué ci-dessus paraît être le plus satisfaisant, au point de vue de l'économie et de la résistance.

L'auteur cite à ce propos l'exemple d'un quai reconstruit sur la Ringbahn, à la gare de Potsdam, où l'emploi du béton a grandement facilité les travaux, tout en procurant une forte économie.

MÉCANIQUE

Calcul des ressorts à boudin pour soupapes de sûreté. — Si, dans la formule générale qui sert à la détermination des ressorts à boudin :

$$P = \frac{\pi d^3 s}{8 D},$$

on admet un rapport constant entre le diamètre moyen du ressort et le diamètre du fil, $\frac{D}{d} = 6$, par exemple, on arrive, pour la valeur de d , à une expression de la forme :

$$d = K \sqrt{p V};$$

p étant la pression de la chaudière dans le cas d'un ressort de soupape à charge directe et V le diamètre de cette soupape.

La même formule s'applique aux ressorts carrés, la valeur de la constante K étant les neuf dixièmes de la précédente, et d étant alors le côté du carré.

M. NACHMAN applique cette formule au tracé d'un graphique que l'*American Machinist* publie dans

son numéro du 6 février. Les diamètres de fil sont, pour chaque pression, représentés, en fonction des diamètres de soupapes, par une ligne droite.

MÉTALLURGIE

Monte-charges de hauts fourneaux à commande électrique. — M. SCHIEBELER indique, dans le *Stahl und Eisen*, du 15 avril, les avantages de la commande électrique pour les monte-charges de hauts fourneaux, notamment par courant continu avec deux moteurs agissant symétriquement sur un treuil double.

Ces moteurs, fortement compoundés, sont couplés en série et en parallèle au moyen d'un combinatoire analogue à ceux des automotrices électriques. On en construit aujourd'hui pour des puissances qui atteignent 150 chevaux. Ce système est bien préférable à celui du réglage d'un moteur unique par des résistances. On les choisit d'ailleurs assez puissants pour pouvoir fonctionner seuls en cas d'avarie à l'autre moteur, et on peut ainsi assurer un fonctionnement ininterrompu. Un appareil de ce genre doit être muni de dispositifs d'arrêt automatique à fin de course.

L'auteur décrit ensuite des monte-charges à plan incliné installés par l'Allgemeine E. G. et l'Union E. G. dans une usine métallurgique allemande.

L'emploi du coke dans les fonderies. — A la différence du coke métallurgique destiné aux hauts fourneaux, qui joue à la fois un rôle de combustible et de réactif, le coke employé dans les fonderies n'est destiné qu'à produire de la chaleur et il convient de le fabriquer de manière à réaliser cette condition le mieux possible.

M. SCHREIBER, étudiant cette question dans le *Stahl und Eisen*, du 1^{er} mai, indique les natures de charbon les plus favorables, et signale plusieurs séries d'expériences poursuivies pour établir la valeur de tel ou tel coke dans différents fours et cubilots. Ses conclusions sont que les fours doivent être cylindriques sans étranglement, que la zone de fusion doit avoir environ 85 centimètres de diamètre, et au moins 70 centimètres; que les tuyères doivent avoir une très large section et être réparties tout autour de la cuve.

MINES

Détente automatique pour machines d'extraction. — M. L. BRESSON, Ingénieur en chef aux mines de Nœux, indique, dans une communication à la Société de l'Industrie minière (bulletin trimestriel de la Société, 1^{re} livraison de 1904), le dispositif que l'on fut obligé d'adapter sur une machine d'extraction, à distribution par manchon Kraft-Audemar, pour en rendre la détente automatique.

Lors de l'installation de cette machine on espérait que le mécanicien arriverait facilement à faire fonctionner à la main la détente, toujours possible avec ce genre d'appareils; mais cette manœuvre étant très pénible, on dut rechercher un moyen simple pour la rendre indépendante du mécanicien. M. Lagille, Ingénieur à Fives-Lille, imagina alors un dispositif qui est employé actuellement avec succès aux mines de Nœux, sur trois machines d'extraction.

Après avoir décrit ce dispositif, dont le principe consiste à rendre indépendantes les deux bielles d'attaque par les cames du manchon et à les relier par des leviers appropriés à un régulateur de vitesse, l'auteur ajoute quelques considérations sur l'utilité des détentes automatiques en général et sur les différentes courbes de travail qu'il a relevées sur les machines d'extraction; il donne, en outre, d'intéressants détails sur les consommations de vapeur de ces machines en comparant les deux marches sans détente et avec détente et termine son étude par quelques mots sur les machines d'extraction électriques. D'après lui, si ces dernières prennent de l'extension, elles n'en seront pas redevables aux questions d'économie, mais à celles de sécurité absolue qu'elles seules pourront résoudre.

Emploi du filtre-pressé pour l'extraction de l'or dans l'Australie occidentale. — A Kalgoorlie on traite, tous les mois, plus de 70 000 tonnes de minerai et plus de 15 000 tonnes de tailings au filtre-pressé. Dans les autres mines de l'Australie occidentale on traite, de cette manière, de 25 à 50 % du minerai extrait; il apparaît donc que le filtre-pressé joue déjà un rôle important dans l'industrie aurifère de cette région, bien qu'on n'ait commencé à s'en servir qu'en 1898. Ce rôle est mis en évidence par M. W. A. PRICHARD dans l'*Engineering and Mining*, du 14 avril.

L'auteur étudie d'abord la nature des minerais traités, la composition de leur gangue et la façon dont ils doivent être préparés puis traités, la manutention des schlamms; il décrit ensuite les filtres-presses qui sont généralement du type Dehne, d'une capacité de 5 tonnes et demie, et le modèle plus perfectionné de la mine d'Oroya Brownhill, en donnant ses caractéristiques principales et en faisant ressortir l'économie de son emploi.

PHYSIQUE INDUSTRIELLE

Application de la vapeur surchauffée à des installations médiocres et peu importantes. — M. SCHMIDT, ayant eu l'occasion d'expérimenter l'application de surchauffeurs à deux machines de peu d'importance, a indiqué, au dernier *Congrès des Ingénieurs en chef des Associations de propriétaires d'appareils à vapeur*, le résultat des essais auxquels il les a soumis.

La première installation de surchauffeur est appliquée à une machine à détente Rieder, à condensation et à deux chaudières semi-tubulaires à bouilleurs, de 95 et de 57 mètres carrés de surface de chauffe, pourvues d'une cheminée en tôle de 20 mètres de hauteur et de 0^m 64 d'ouverture, dont le tirage était devenu insuffisant. Les essais ont eu lieu après le remplacement des segments du piston et l'addition de calorifuge au tuyau de vapeur. Le surchauffeur comporte deux faisceaux de tubes en U verticaux, système Badere, placés chacun à la suite des bouilleurs de chaque chaudière. On avait réglé les registres d'isolement de façon à ne pas dépasser une température de 300 degrés à la sortie des surchauffeurs.

Ces essais permirent de constater une économie de vapeur de 31,2 %, accompagnée de la suppression absolue de l'eau qui encombrait la machine, d'une grande atténuation de la perte de pression entre la chaudière et le cylindre et d'une amélioration considérable du vide au cylindre. L'économie en charbon s'est trouvée réduite à 23,8 % parce que le rendement des générateurs avait baissé. Dans cette application, la production de la surchauffe coûtait 7,4 % de l'amélioration procurée à la machine.

La seconde application fut faite à une installation comprenant une machine à condensation à détente Meyer, réglée par un régulateur à papillon de Schaffer et Budenberg et alimentée de vapeur par une chaudière semi-tubulaire à deux bouilleurs de 37 mètres carrés de surface de chauffe. La cheminée a 15 mètres de hauteur et 0^m 60 d'ouverture. Le surchauffeur est du même système qu'à la précédente installation.

L'économie de charbon a été dans ce cas de 34,4 %, légèrement supérieure à l'économie de vapeur (30,4 %), l'interposition d'un surchauffeur sur le parcours des gaz chauds ayant amélioré le rendement du générateur, trop poussé en produisant de la vapeur saturée. Dans cette application, le surchauffage de vapeur non seulement ne coûte rien mais est obtenu par l'amélioration de rendement du générateur en laissant encore un bénéfice qui s'ajoute à l'économie de vapeur.

On est donc en droit de compter, d'après M. Schmidt, pour les machines les plus modestes, sur une amélioration notable par l'emploi de vapeur surchauffée, sans se préoccuper outre mesure ni du graissage ni du système des organes de distribution, ni du tirage des cheminées.

Brûleurs pour combustibles liquides. — Dans l'*Engineering*, des 15 et 22 avril, M. J. S. V. BICKFORD étudie les différents types de brûleurs pour combustibles liquides et les conditions de leur fonctionnement.

Il distingue deux catégories de brûleurs: ceux dans lesquels le liquide est complètement vaporisé avant d'atteindre le point où il est enflammé et ceux dans lesquels la vaporisation et la combustion ont lieu à peu près en même temps.

Les premiers ne peuvent être utilisés qu'avec les liquides ne laissant aucun résidu par évaporation: certaines huiles lourdes, par exemple, ne conviennent pas, car, à température élevée, le résidu qu'elles laissent peut se carboniser et donner lieu à des obstructions.

L'auteur étudie d'abord comment doit se faire la vaporisation: alimentation du liquide sous pression, réchauffage dans un tube ayant de préférence un grand rayon de courbure pour éviter les pulsations du jet, réglage attentif du robinet commandant l'alimentation dans les régions où la vaporisation se produit, position à donner au réchauffeur

qui doit être incliné d'au moins un huitième dans le sens ascendant; protection de la conduite amenant le liquide, si elle risque de trop s'échauffer, etc.

Il montre ensuite la difficulté de maintenir enflammé un jet de vapeur combustible non mélangée à l'air comme c'est le cas ici, surtout quand la vitesse de propulsion est un peu élevée; il attribue cette difficulté à la lenteur relative avec laquelle se propage la flamme dans le pétrole lampant. Dans les neuf dixièmes des cas, pour maintenir le jet enflammé on dispose devant la buse d'échappement une sorte de butoir forçant le jet à faire en partie retour sur lui-même et à présenter en même temps à l'air une grande surface de combustion.

L'auteur explique comment il a été conduit à construire un brûleur de ce genre du type Bunsen à flamme bleue, sans fumée, très chaude et dont le fonctionnement est absolument silencieux.

Il expose ensuite les résultats de ses essais sur les mélanges de vapeur d'eau et d'air avec la vapeur du combustible liquide en vue de régulariser la combustion, de la rendre complète et silencieuse et d'éviter les saccades du jet.

SCIENCES

Le laboratoire cryogénique de Leyde (Hollande). — Une des branches de la physique où l'art de l'Ingénieur a joué un grand rôle est celle qui a trait aux recherches relatives aux basses températures. La production des grands froids maintenus d'une façon constante, qui a permis de liquéfier en grandes masses tous les gaz connus, n'a pu être obtenue que grâce à l'emploi d'une machinerie très compliquée et très perfectionnée, fonctionnant dans des conditions tout à fait analogues à celles d'une installation industrielle.

Le prix élevé de ces installations en a limité le nombre. Celle de Leyde, commencée par M. Kamerlingh Onnes, est une des plus anciennes et des mieux aménagées; M. H. H. FRANCIS HYNDMAN en fait une description détaillée dans l'*Engineering*, des 4 et 11 mars.

Le but qu'on s'est proposé d'atteindre n'est pas tant la production des grands froids ou des gaz liquéfiés, ce qui est une opération courante très facile aujourd'hui, mais celle d'une basse température donnée *rigoureusement constante* pendant tel temps désiré; cette température pouvant être comprise entre 0 degré et le point d'ébullition normal de l'hydrogène liquide, soit environ — 250 degrés. L'installation ne permet pas encore d'atteindre, de cette façon, les températures situées au voisinage de cette dernière limite, mais sous peu elle sera complétée dans ce but.

La méthode employée est la suivante: comprimer un gaz à très forte pression; le refroidir le plus possible au moyen d'un autre gaz plus facile à liquéfier (procédé Pictet ou de la réfrigération en cascade) puis le faire détendre progressivement dans des appareils appropriés; utiliser le froid produit par la détente pour refroidir le gaz entrant qui va se détendre et en profiter pour le liquéfier ou pour refroidir un autre gaz qui sera traité de même (procédé de la détente ou de Cailletet que Dewar a appliqué pour la première fois, d'une façon continue avec la récupération).

Chaque gaz est récupéré, comprimé à nouveau et renvoyé dans la circulation parcourant un cycle fermé. A Leyde il y a trois cycles: le cycle au chlorure de méthyle, le cycle à éthylène et le cycle à oxygène.

L'installation comporte une série de pompes, de compresseurs, de robinets, de valves, de régénérateurs, de détendeurs qui font, en outre de l'installation représentée par un schéma très clair, l'objet de descriptions complètes; de même sont indiquées les précautions à prendre pour éviter les fuites et les pertes de froid et aussi celles qui conviennent à la préparation des gaz, dont la pureté doit être absolue. Un tableau donne: les températures et pressions critiques du chlorure de méthyle, du protoxyde d'azote, de l'éthylène, de l'oxygène, du méthane, de l'air, de l'azote; les points d'ébullition normaux de ces gaz, leurs points de fusion, les tensions maxima de vapeur correspondant à la température d'aspiration des pompes, le prix du gaz, la durée requise pour en liquéfier un poids donné, le coût de cette opération, etc.

Les manomètres employés et le thermomètre à hélium ainsi que le thermomètre utilisant la variation de conductibilité électrique en fonction de la variation de température, font l'objet de descriptions spéciales et plus complètes.

Ouvrages récemment parus.

L'Électricité et ses applications (2^e partie, *Les machines d'induction*), par A. REBOUD, ancien directeur du cours d'électricité industriel de Vienne (Isère). — Un volume in-8^o de 375 pages, avec 190 figures. — Béranger, éditeur, Paris 1904. — Prix: cartonné, 10 francs.

Dans cette seconde partie (1) de son traité, M. Reboud passe en revue les questions qui concernent la production, la distribution et l'utilisation industrielle de l'énergie électrique.

Les deux premiers chapitres sont consacrés aux généralités sur l'industrie électrique: classification des courants, applications de l'énergie électrique, grandeurs, etc. L'auteur étudie ensuite les dynamos à courant continu (organes, couplage, installation et entretien), les alternateurs, les appareils de transformation (accumulateurs, transformateurs); puis la distribution et la canalisation: courants continus, alternatifs, polyphasés; canalisations aériennes, souterraines, à l'intérieur des édifices.

Il consacre aussi des chapitres spéciaux à l'éclairage, à l'électrothermie, à l'électrochimie, à l'électrometallurgie, aux moteurs, au transport électrique de l'énergie et à la traction électrique.

Quelques notes complémentaires concernent la législation sur les canalisations, les secours à donner aux personnes foudroyées, le Congrès de la houille blanche, et enfin quelques problèmes d'électricité.

Phénomènes fondamentaux et principales applications du courant alternatif, par R. SWYNGEDAUBAUW, professeur adjoint à la Faculté des Sciences de Lille. — Un volume in-8^o de 200 pages, avec 62 figures et 3 planches. — V^e Dunod, éditeur, Paris, 1904. — Prix: 5 francs.

M. Swyngedaubauw publie aujourd'hui le cours d'électricité qu'il a professé à Lille, sur les courants alternatifs, en le faisant précéder d'une revue générale des principes de l'énergétique et des propriétés des courants.

Il étudie ensuite la fréquence, l'intensité, la tension et la force électromotrice efficaces d'un courant alternatif, les relations entre le courant et la tension ou la force électromotrice, la puissance d'un courant et les méthodes de mesure. Une section de l'ouvrage est consacrée aux alternateurs: force électromotrice, caractéristiques, régulation, moteurs synchrones, moteurs asynchrones, rendement des moteurs et alternateurs.

L'auteur termine en traitant des transformateurs et convertisseurs: fonctionnement et rendement des transformateurs, commutateurs, convertisseur Leblanc à champ tournant, transformation du courant alternatif en courant ondulé par les soupapes électrolytiques (clapets Nodon, soupapes Cooper Hewitt).

Les Verres et Cristaux. Le Diamant et les Gemmes, par E. D'HUBERT, docteur ès sciences, professeur à l'École supérieure de commerce de Paris. — Un volume in-16 de 100 pages, avec 40 figures. — J.-B. Baillière et fils, éditeurs, Paris, 1904. — Prix: cartonné, 1 fr. 50.

Après avoir étudié successivement la composition et les propriétés des verres, la préparation des matières vitrifiables dans les fours et le travail du verre, l'auteur passe en revue les matières naturelles qui, par leur éclat, sont comme des verres d'une qualité exceptionnelle et que l'on désigne sous le nom de *gemmes* ou de *pierres précieuses*. Il donne ensuite quelques indications sur les pierres artificielles et relate, à ce propos, les beaux travaux de M. Moissan sur la reproduction artificielle du diamant. Il traite enfin du carborundum (2) qui tend à prendre la première place dans la liste des matières usantes et polissantes.

(1) Voir le *Génie Civil*, t. XLII, n° 40, p. 160.

(2) Voir le *Génie Civil*, t. XXIII, n° 25, p. 397; t. XXXIV, n° 25, p. 407, et t. XLIV, n° 45, p. 240.

Le Gérant: H. AVOIRON.

IMPRIMERIE CHAIX, RUE BERGÈRE, 20, PARIS.

LE GÉNIE CIVIL

REVUE GÉNÉRALE HEBDOMADAIRE DES INDUSTRIES FRANÇAISES ET ÉTRANGÈRES

Prix de l'abonnement par an. — Paris : 36 francs; — Départements : 38 francs; — Étranger et Colonies : 45 francs. — Le numéro : 1 franc.

Administration et Rédaction : 6, rue de la Chaussée-d'Antin, Paris.

SOMMAIRE. — Chemins de fer : Le chemin de fer de la Jungfrau et ses nouvelles locomotives électriques (*planche IX*) (*suite et fin*), p. 121; L.-J. SIDLER. — Construction des machines : Les bicyclettes. Les changements de vitesse. Le rétropédalage, p. 126; Carlo BOURLET. — Télégraphie : Télégraphes électriques pour la transmission des signaux à bord des navires, p. 130; L. RAMAKERS. — Hygiène : Expériences sur les effets physiolo-

giques de l'air comprimé, p. 131. — Variétés : Sas à air du tunnel sous la Harlem River (New-York), p. 132; — Embrayage automatique de sûreté « le Ténax », p. 132; — Épurateur d'eau, système Schlichter, p. 133. SOCIÉTÉS SAVANTES ET INDUSTRIELLES : Académie des Sciences (6 juin 1904), p. 134. — BIBLIOGRAPHIE : Revue des principales publications techniques, p. 134. — Ouvrages récemment parus, p. 136.

Planche IX : Nouvelles locomotives électriques du chemin de fer de la Jungfrau.

CHEMINS DE FER

LE CHEMIN DE FER DE LA JUNGFRAU et ses nouvelles locomotives électriques.

(*Planche IX. — Suite et fin*.)

Matériel roulant. — LOCOMOTIVES. — L'entreprise du chemin de fer a maintenant six locomotives électriques à sa disposition : les nos 1, 2

Nous diviserons ces six locomotives en trois catégories, caractérisées par leur mode d'action à la descente :

Dans la première, se placent les locomotives nos 1 et 2 (1). A la descente, leurs moteurs asynchrones, entraînés par le poids du train, fonctionnent comme générateurs et envoient du courant dans la ligne de contact.

La locomotive n° 3 (fig. 1) rentre encore dans cette catégorie; mais, à la descente, la résistance de démarrage et de réglage est supprimée par un commutateur du circuit secondaire des moteurs pour

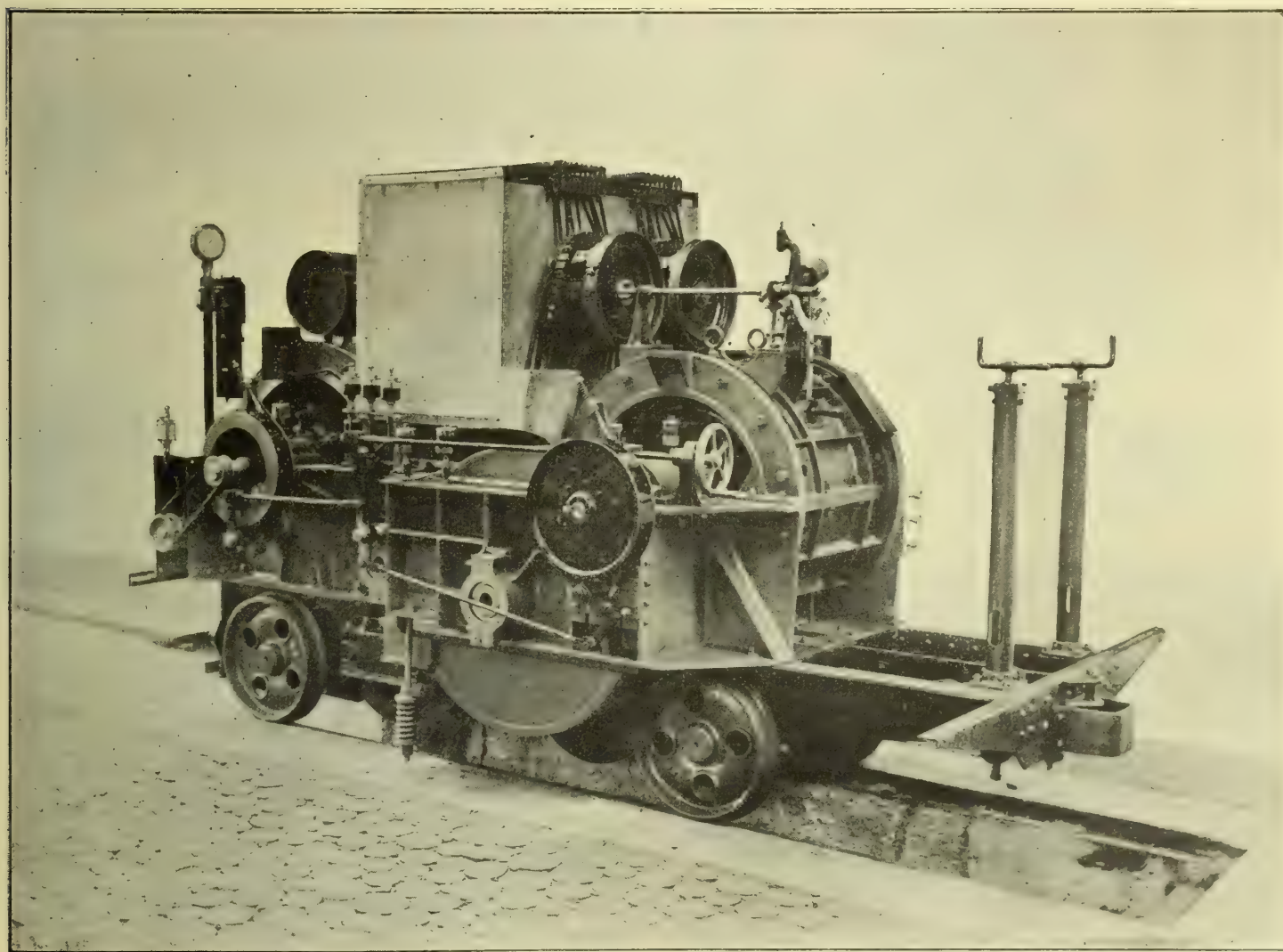


FIG. 1. — CHEMIN DE FER DE LA JUNGFRAU : Équipement électrique de la locomotive n° 3.

et 6 ont été fournis par la maison Brown Boveri et C^{ie}, de Baden; les nos 3, 4 et 5 par les ateliers de constructions d'Oerlikon.

Pour tout ce qui concerne la partie mécanique de ces locomotives, livrée par la Société suisse de Locomotives et Machines, de Winterthur, on peut dire que les six machines sont identiques, mais leur équipement électrique présente de grandes différences.

être branchée en parallèle avec le circuit primaire. Le wattman intercale ainsi dans le circuit des générateurs une résistance plus ou moins grande qui absorbe, dans une certaine limite, l'énergie développée par le train.

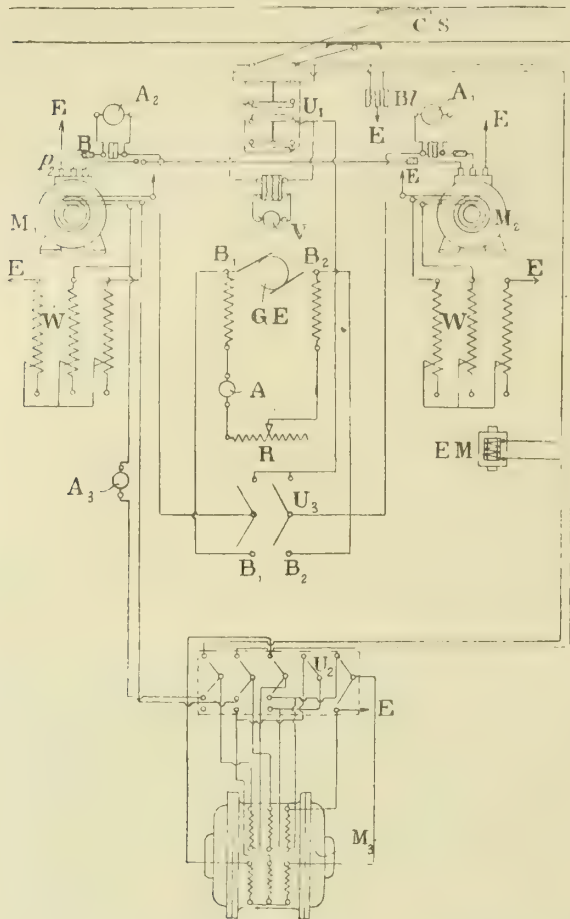
Au cours de l'exploitation avec ces locomotives, on a constaté que, vu le petit nombre des trains en service et la grande puissance

(1) Voir le *Génie Civil*, t. XLV, n° 7, p. 405.

(1) Voir le *Génie Civil*, t. XXXIV, n° 26, p. 448.

développée par chaque train descendant, il y avait des moments où l'usine était complètement déchargée. Les générateurs fonctionnaient alors comme moteurs asynchrones, ce qui amenait des perturbations assez graves dans le service de l'usine.

On aurait pu facilement y remédier en intercalant à l'usine une



B1, parafoudres; — M1, M2, moteurs de la locomotive; — M3, moteur pour le ventilateur; — U1, interrupteur et commutateur principal; — U2, interrupteur et commutateur pour M2; — A1, A2, A3, ampèremètres; — GE, moteur à courant continu; — W, résistances de réglage pour M1 et M2; — V, voltmètre; — RN, régulateur pour la dérivation; — B1, B2, fusibles pour M1 et M2; — CS, patins de contact; — E, terre; — EM, électro-aimant pour le frein automatique.

FIG. 2. — Schéma des connexions de la locomotive n° 4.

résistance dans le circuit primaire. Mais pour adopter une solution plus complète, et désirant rendre les locomotives, à la descente, totalement indépendantes de l'usine, l'entreprise s'est décidée à faire construire les autres locomotives de telle façon que toute l'énergie développée par le poids du train descendant soit absorbée sur la loco-

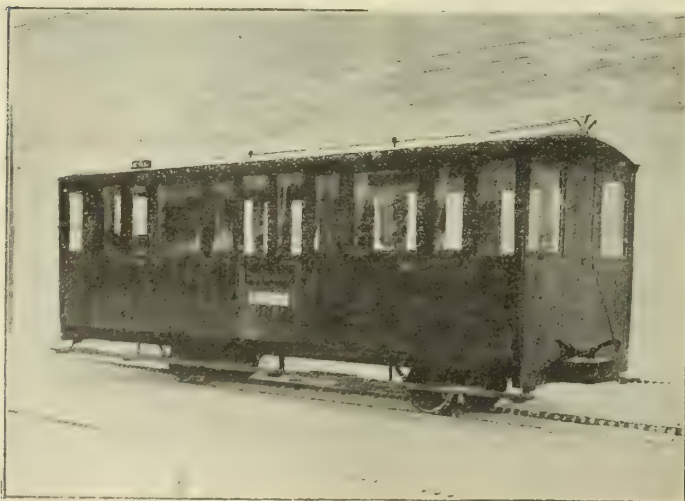


FIG. 3. — Vue d'une voiture de remorque.

motive elle-même. De cette façon, en cas d'avarie grave à la ligne primaire ou à la ligne de contact, les trains pourront toujours redescendre à la station inférieure. En outre, on peut faire varier leur vitesse dans des limites assez étendues.

Pour satisfaire à cette condition, les ateliers de constructions d'Oerlikon proposèrent la solution adoptée sur les locomotives n° 4 et 5,

tandis que la maison Brown, Boveri et Cie construisait, sur un autre principe, la locomotive n° 6.

Dans la deuxième catégorie se placent les locomotives n° 4 et 5. A la descente, les moteurs travaillent aussi comme générateurs, mais leurs enroulements primaires ne sont plus traversés par le courant triphasé du réseau : ils sont parcourus par du courant continu, fourni

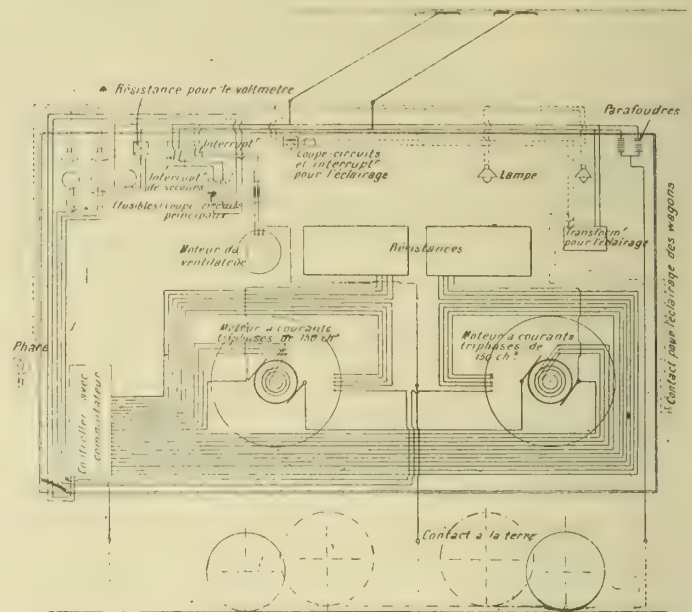


FIG. 4. — Schéma des connexions de la locomotive n° 6.

par une petite dynamo à six pôles, calée sur l'extrémité de l'arbre de l'un des moteurs.

Dans la troisième catégorie se trouve la locomotive n° 6. A la descente, ses moteurs asynchrones fonctionnent comme dynamos-série à courant continu.



FIG. 5. — Locomotive n° 4, à l'entrée du tunnel du Rothstock.

PARTIE MÉCANIQUE. — Nous nous bornerons à décrire la partie mécanique (fig. 7, du texte, et fig. 5 à 8, pl. IX) de la locomotive n° 6, car, à part des modifications de détails, elle est la même pour les autres.

Chacun des deux moteurs commande une roue dentée engrenant avec la crémaillère au moyen de deux trains doubles d'engrenages

Fig.1 à 4 Locomotive N°4.

Fig.1 coupe longitudinale

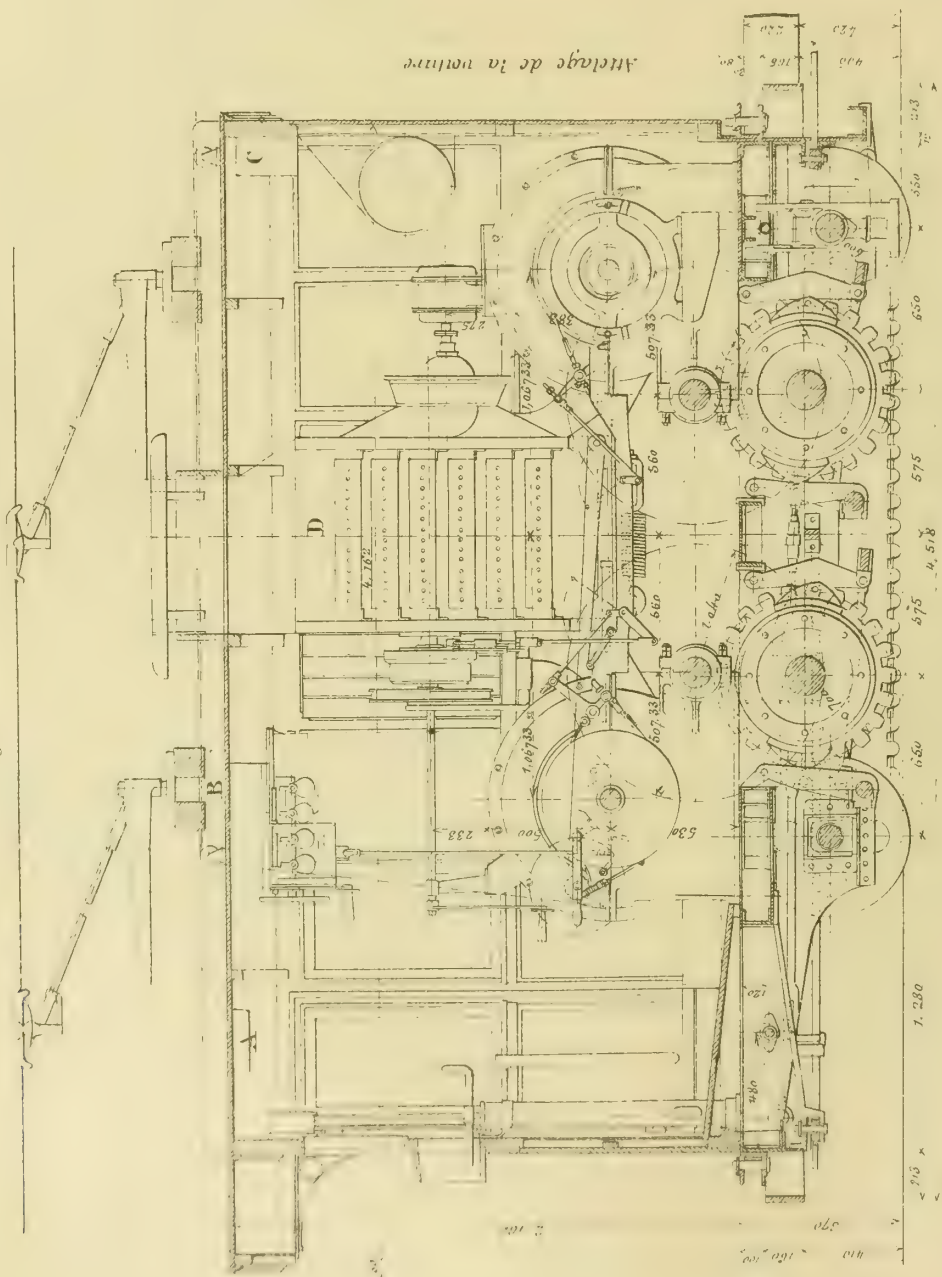


Fig.2. Coupe horizontale et plan

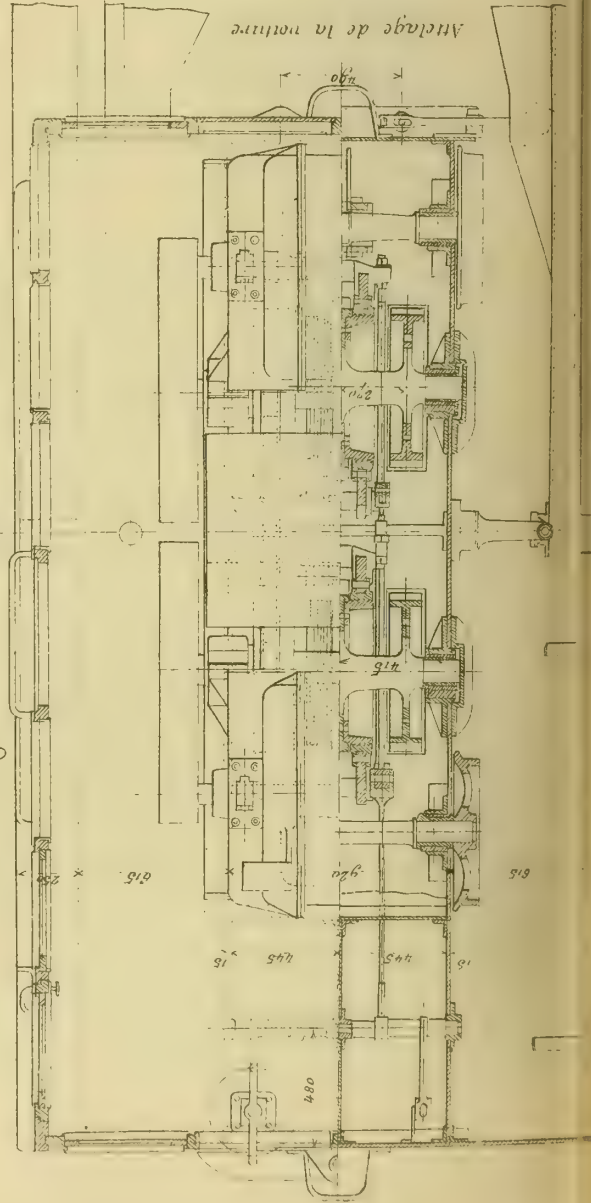


Fig.3 coupe transversale

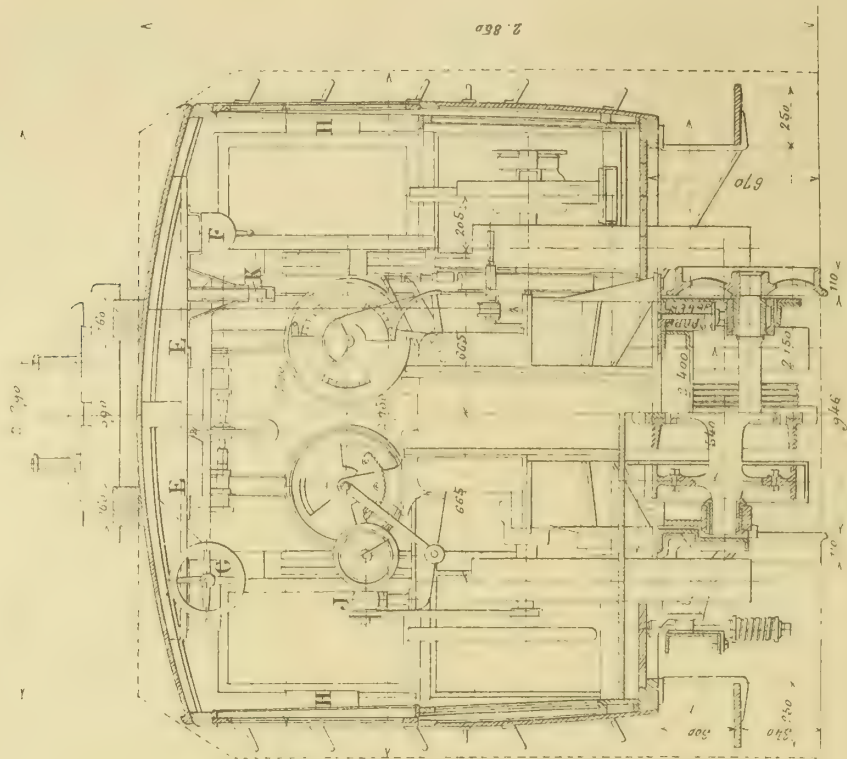
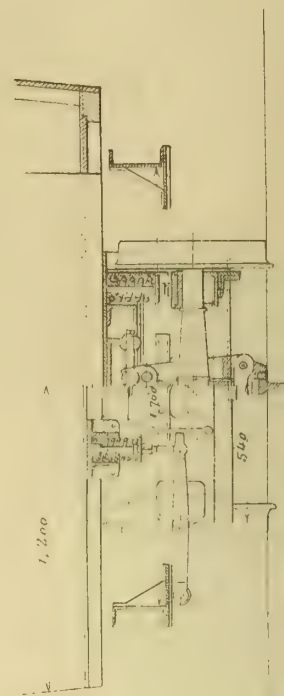


Fig.4. Vue en bout et coupe du chassis



Légende

- A — Résistance additionnelle pour les ampèremètres
- B — Transformateur
- C — Résistance additionnelle pour les voltmètres
- D — Rhéostat
- E — Interrupteur et commutateur pour le courant de la ligne
- F — Interrupteur et commutateur pour le vestibule

Fig. 5. Coupe longitudinale

Fig. 7. Coupe transversale

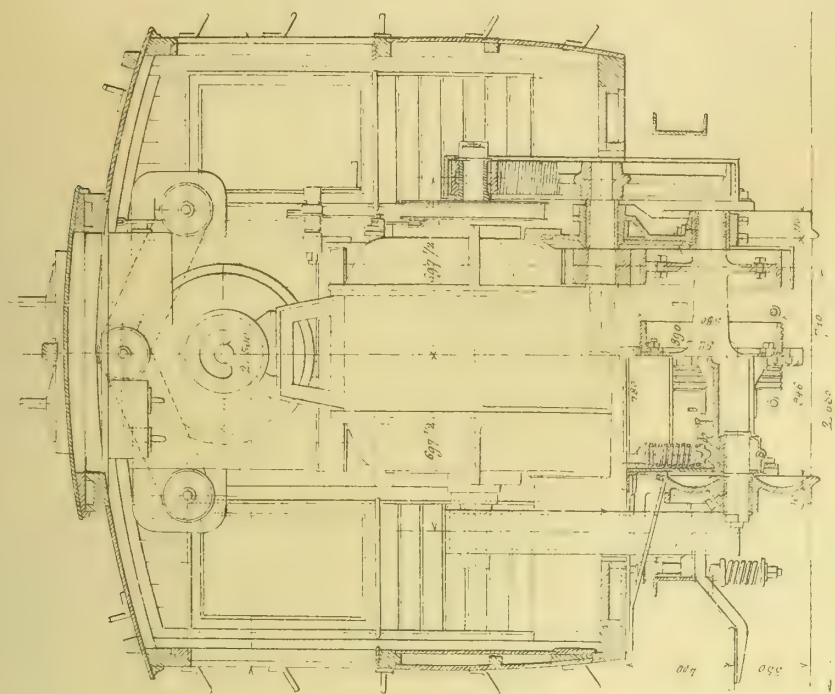


Fig. 6. Coupe horizontale et plan

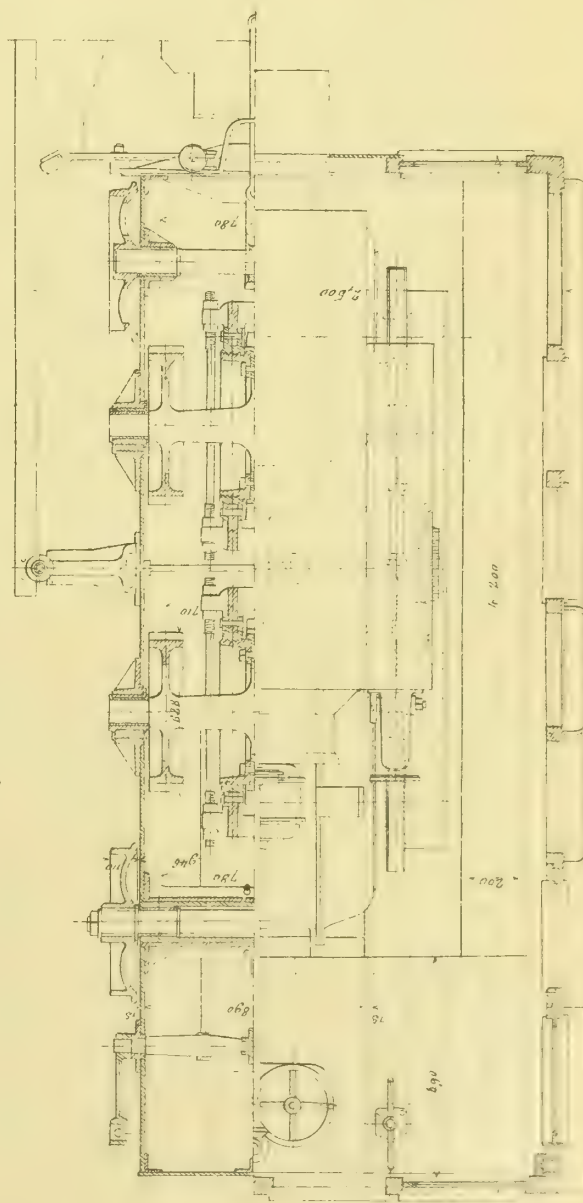
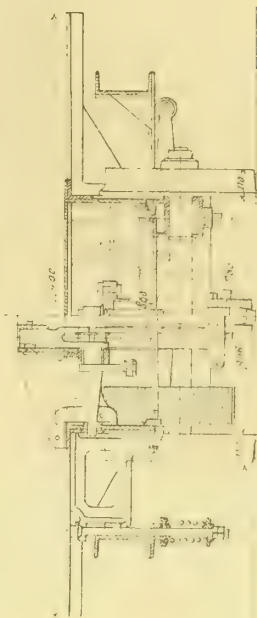


Fig. 8. Vue en bout et coupe du châssis

[illegible]

réducteurs de vitesse, placés à droite et à gauche du moteur. Les arbres intermédiaires se trouvent entre les moteurs. Les pignons dentés, fixés de part et d'autre sur l'arbre du moteur, ont des dentures inclinées en sens inverse; la seconde partie de chaque train d'engrenage possède des roues droites ordinaires.

Pour la locomotive n° 6, les pignons dentés des arbres des moteurs sont en bronze d'aluminium, les arbres intermédiaires et leurs roues dentées en acier Martin. Les roues dentées qui travaillent sur la crémaillère possèdent des couronnes en acier au creuset de première qualité, l'axe moteur est en acier Martin et les couronnes des roues dentées fixées sur cet axe sont en fonte d'acier.

De chaque côté des roues dentées de la crémaillère se trouvent des tambours avec rainures, en fonte d'acier, pour le freinage à la main.

Deux essieux, en acier Martin, portent tout le châssis; l'essieu inférieur possède des ressorts à boudin. Chacune des roues (roues Griffin avec surface de roulement durcie) peut tourner librement autour de son essieu. Le châssis du wagon (fig. 10 et 12) a la forme d'une fourche et est suspendu au milieu du châssis de la locomotive.

Une pince de sûreté, située à la partie supérieure de ce châssis, embrasse la partie évasée de la crémaillère et empêche un soulève-

Pour refroidir les tambours et sabots des freins de roues motrices, la machine possède un réservoir d'eau de 300 litres.

La locomotive n° 6 possède un indicateur de vitesse de Schaeffer et Budenberg actionné par l'arbre d'un moteur.

La caisse de la locomotive est en pitchpin et possède des fenêtres fixes et mobiles. Les portes, fixées sur les côtés, s'ouvrent à l'intérieur. Le poste du wattman est bâti de telle sorte que le plancher est horizontal sur une pente moyenne. Une partie du toit de la locomotive peut être enlevée, et l'on y monte au moyen d'échelons (fig. 9).

Excepté pour les locomotives n°s 1 et 2 où l'on a employé quatre galets, on emploie sur toutes les autres, comme prises de courant, deux patins avec surface de contact en aluminium.

PARTIE ÉLECTRIQUE. — Nous ne reviendrons pas sur les locomotives 1 et 2, déjà décrites dans le *Génie Civil*. Nous décrirons seulement les locomotives 4 et 5, qui sont identiques, et la locomotive n° 6, en laissant de côté le n° 3 qui est un type intermédiaire.

Locomotive n° 4. — Cette locomotive, (fig. 2, 8 et 9, du texte, et fig. 1 à 4, pl. IX) est actionnée par deux moteurs triphasés à six pôles. Chacun d'eux, pesant 2 100 kilogr., développe, sous une tension de 450 à



Eiger (3 975 m.)

Mönch (4 405 m.)

FIG. 6. — CHEMIN DE FER DE LA JUNGFRAU : Station d'Eigergletscher.

ment de la locomotive; elle est suspendue librement à l'essieu antérieur, et son ouverture est réglable.

La place du wattman se trouve à la partie arrière de la locomotive; on peut, de là, manœuvrer facilement les différents freins et appareils électriques.

Les freins mécaniques consistent en :

1° Deux freins à sabots, indépendants l'un de l'autre, serrés à la main par vis et leviers contre les tambours fixés aux roues dentées motrices. L'un des freins agit sur les tambours de gauche, l'autre sur les tambours de droite;

2° Un frein automatique à ruban, qui agit par le moyen d'un ressort puissant sur un tambour fixé sur l'arbre de chacun des moteurs.

Dans l'un des tambours se trouve logé un régulateur qui actionne le frein, lorsque la vitesse normale est dépassée d'environ 25 %. En outre, ce frein agit lorsque le courant vient à manquer; il peut aussi être actionné à la main par le wattman, ou par le contrôleur, depuis l'un des wagons de voyageurs.

550 volts, avec 750 tours à la minute et 38 périodes par seconde, une puissance normale de 120 chevaux.

Sur l'arbre du moteur d'avant est calé l'induit d'une petite dynamo à courant continu à six pôles, du poids de 300 kilogr., qui fournit 150 ampères sous 25 volts à la vitesse de 700 tours. A la descente on dirige ce courant continu dans deux des phases des moteurs, qui fonctionnent alors indépendamment de la ligne de contact, comme générateurs à courants triphasés.

La disposition des appareils de distribution et de réglage est donnée par le schéma de distribution.

A son arrivée, le courant traverse un commutateur bipolaire des ateliers d'Oerlikon, qui permet d'interrompre ou de renverser, sans étincelles visibles, des courants de 600 ampères sous 600 volts.

La résistance de démarrage tient lieu, à la descente, de résistance de freinage. Pour permettre un bon emploi des résistances, on les ventile énergiquement au moyen d'un ventilateur Sulzer, à 2 200 tours, actionné par un petit moteur triphasé. Pour alimenter celui-ci, on

peut employer soit le courant principal à 500 volts, soit le courant induit à 200 volts dans le rotor des moteurs.

Le démarrage et le réglage de la locomotive s'effectuent, à la montée, en envoyant le courant principal dans les stators des moteurs, et en réglant la puissance du couple moteur au moyen de résistances placées dans le circuit induit.

A la descente, la locomotive est entraînée par le poids du train. On interrompt la communication entre la ligne de contact et les moteurs; les stators de ces derniers, au lieu d'être traversés par le courant du réseau, sont parcourus par le courant continu de l'excitatrice, qui produit dans les rotors des courants induits dont la tension dépend de la vitesse du moteur et de l'intensité de l'excitation. En faisant varier celle-ci au moyen d'un régulateur inséré dans les inducteurs de l'excitatrice, on peut régler à volonté l'excitation des moteurs et la tension des courants induits qui sont absorbés dans la résistance. Ce freinage électrique permet d'absorber ainsi toute l'énergie développée par la descente du train.

La vitesse de la locomotive peut donc varier, d'une façon continue, entre sa valeur normale et la moitié de celle-ci, soit environ 4 kilom. à l'heure; au besoin, on réalise l'arrêt complet.

Le grand avantage de ce dispositif est que l'on peut effectuer toute la descente, à différentes vitesses, d'une façon indépendante de la station centrale, et sans faire usage des freins mécaniques.

Locomotive n° 6. — Elle offre les mêmes avantages que la précédente, et, en outre, les variations de vitesse sont bien plus étendues.

Dans l'étude de cette nouvelle locomotive, on a tenu compte surtout de ce fait, qu'avant d'être employée à la remorque des trains de voyageurs, elle devait transporter les déblais du tunnel, pendant son achèvement. Comme ces trains de déblais pourront peser environ 10 tonnes de plus que les trains de voyageurs, soit, pour le train complet, 30^t 5, ce qui correspond à une pression de 10 000

kilogr. des roues dentées sur la crémaillère, on a dû rendre plus résistants certains organes de la locomotive.

Cette machine (fig. 4 et 11, du texte, et fig. 5 à 8, pl. IX), qui pèse 16^t 8, est munie de deux moteurs triphasés, à six pôles, pouvant développer chacun une puissance de 150 chevaux, sous une tension de 450 à 600 volts, avec une fréquence de 38 périodes et 750 tours par minute. Le poids d'un moteur est de 3 320 kilogrammes.

La disposition des appareils est indiquée par le schéma de la figure 4. A la montée, de même que la précédente, la machine fonctionne tout à fait comme une locomotive ordinaire à courants triphasés; sa vitesse invariable est d'environ 8^{km} 1. A la descente, elle marche dans les mêmes conditions de vitesse, aussi longtemps que les moteurs

restent connectés avec la ligne de contact. Cependant, au moyen du dispositif que nous étudierons plus loin, on peut la rendre tout à fait indépendante de la ligne, et faire varier sa vitesse à volonté entre cette vitesse normale de 8^{km} 1 et un minimum égal à environ 400 mètres à l'heure, sans toucher aux freins mécaniques.

Étant données les conditions spéciales du chemin de fer qu'elle doit desservir, ces variations étendues de la vitesse de la locomotive peuvent la faire considérer comme une machine d'un type modèle.

La construction particulière des moteurs permet qu'ils soient connectés de façon à fonctionner

comme moteurs asynchrones à la montée, et comme dynamos-série à courant continu, avec auto-excitation, à la descente.

Le rotor de ces moteurs est pourvu, sur un côté, de trois bagues de contact, pour l'insertion des résistances de démarrage, et, sur l'autre, d'un collecteur. Dès que les moteurs sont connectés avec la ligne aérienne, un aimant à courants triphasés soulève, au moyen d'un système de leviers, les balais des collecteurs. Les résistances de démarrage, dont le poids atteint 1 570 kilogr., peuvent, à la descente, absorber le courant engendré par les moteurs travaillant comme génératrices. Elles sont calculées de manière à absorber d'une façon continue, pendant un temps suffisamment prolongé, 170 kilowatts. Comme cette transformation d'énergie engendre une grande quantité de chaleur, un ventilateur, actionné par un petit moteur triphasé, pourvoit à leur refroidissement.

La commande de la locomotive se fait au moyen d'un contrôleur placé à l'arrière de la locomotive, et contenant l'inverseur de marche et le com-

mutateur pour les résistances de démarrage et de freinage. On peut placer l'inverseur dans quatre positions : deux servent pour les inversions de marche; une pour appliquer le freinage électrique une fois la connexion avec la ligne supprimée; enfin, la quatrième correspond à l'arrêt.

Dans cette dernière position, on peut retirer le levier de commande. On fait usage de la position de marche en avant pour la

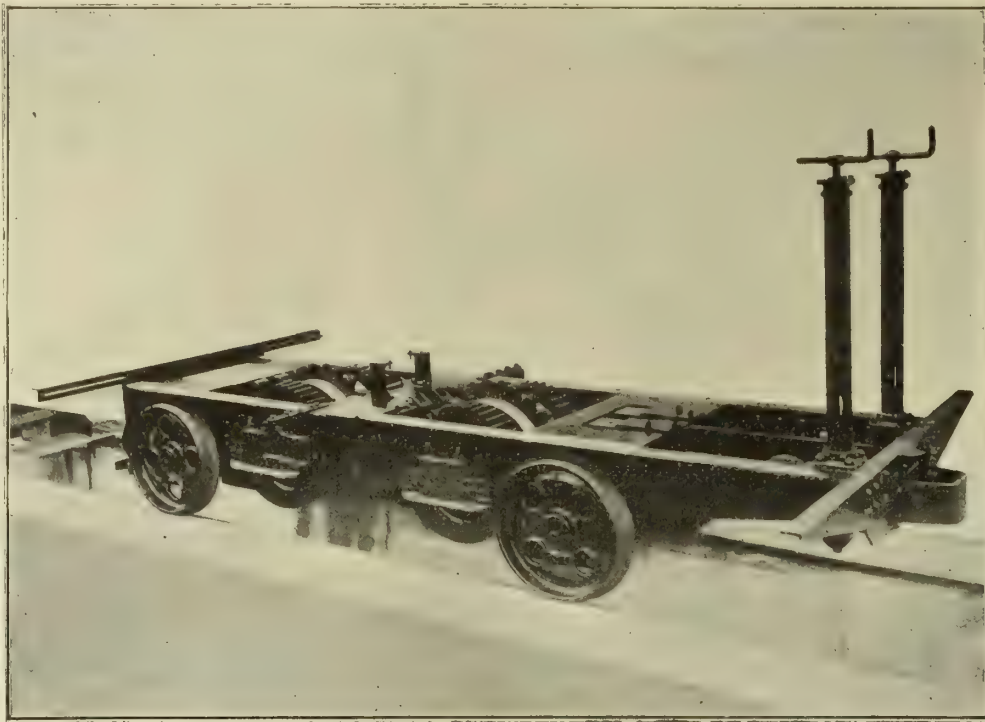


FIG. 7. — Châssis des locomotives électriques.

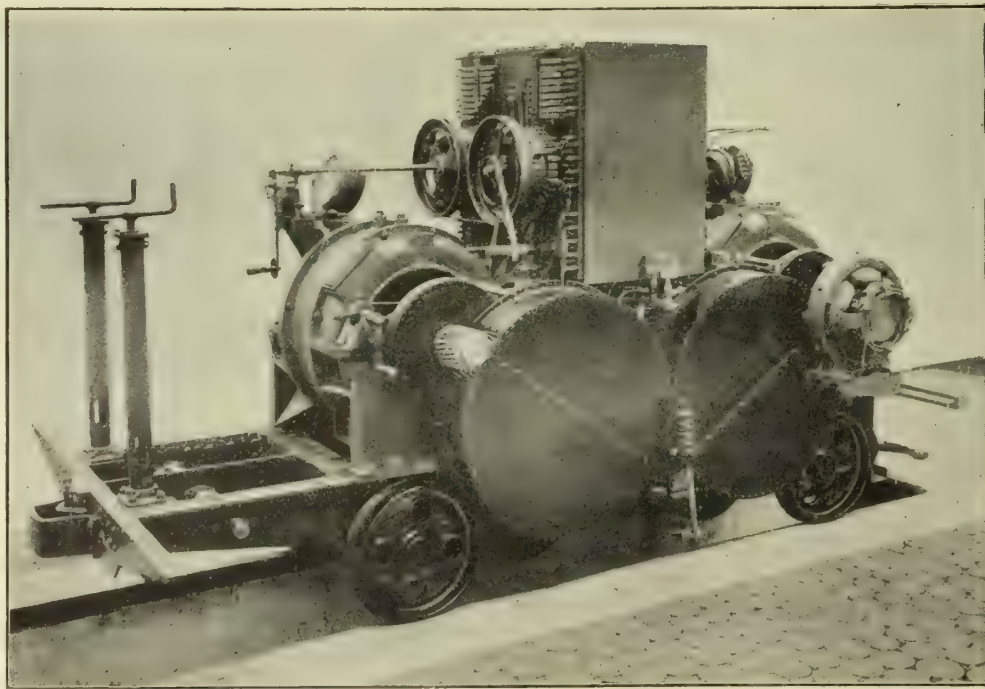


FIG. 8. — Équipement électrique de la locomotive n° 4.

montée, et de celles de marche en arrière et de freinage, pour la descente.

Aux positions de marche en avant et de marche en arrière, les moteurs sont branchés sur la ligne aérienne.

Dans la position de freinage, la connexion avec la ligne est interrompue; les moteurs fonctionnent comme génératrices, suivant la disposition indiquée ci-dessus, et les résistances sont constamment en circuit avec les rotors.

Pour empêcher les fausses manœuvres, la commande du levier du commutateur est combinée avec celle du volant de manœuvre, de manière que l'on ne peut pas déplacer le levier :

1^o Quand, les moteurs recevant le courant de la ligne, les résistances sont en circuit avec les rotors;

2^o Quand, les moteurs n'étant pas branchés sur la ligne, leurs induits ne sont pas encore fermés en court-circuit.

La négligence du mécanicien pourrait être la cause de variations brusques de vitesse, lorsque la descente est faite avec les résistances de freinage; ces variations produiraient des secousses qui, à la longue, pourraient devenir dangereuses pour le mécanisme et la crémaillère. Pour parer à cet inconvénient, un aimant d'arrêt, placé dans le contrôleur, agit pendant un moment sur le volant de manœuvre, dès que l'intensité

ner à la position d'arrêt. Il pourrait alors se faire que la locomotive soit mise en mouvement, sans que la totalité des résistances soit en circuit; mais un enclenchement mécanique empêche de fermer l'interrupteur de secours, aussi longtemps que le volant du contrôleur ne se trouve pas ramené à l'arrêt.

La disposition des appareils a été l'objet de soins tout spéciaux; en réunissant la commande des résistances de démarrage et de freinage dans un même contrôleur, la manœuvre de la locomotive a été rendue aussi simple que celle d'une voiture de tramway ordinaire.

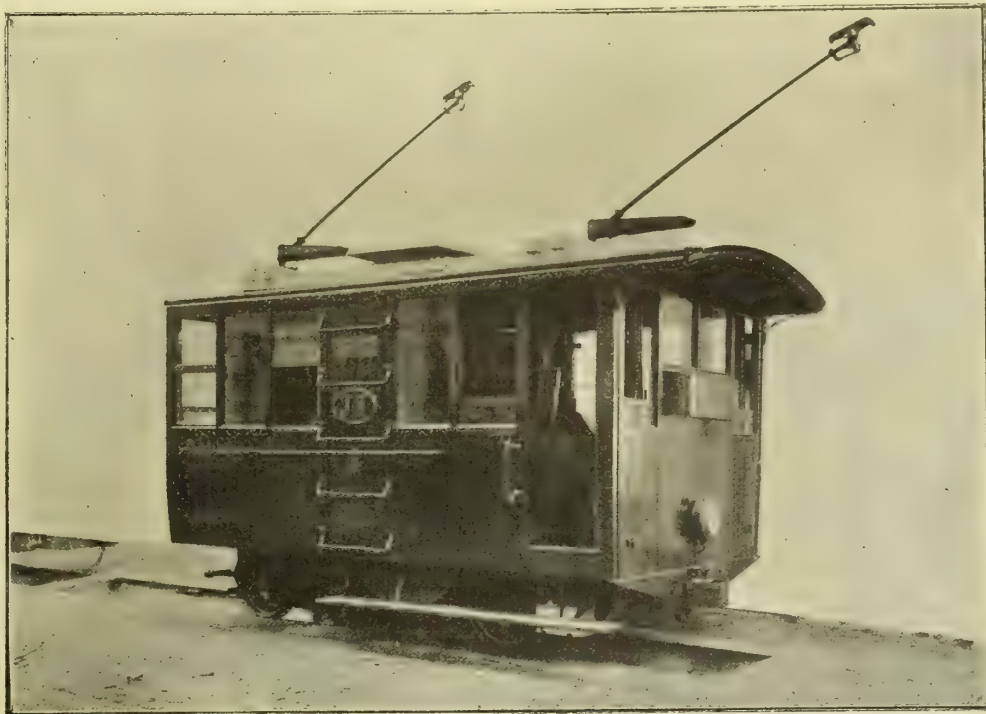


FIG. 9. — Vue extérieure de la locomotive n° 4.

VOITURES A VOYAGEURS. — Les voitures destinées à être accouplées directement avec la locomotive (fig. 10 à 13) comprennent quatre coupés à portes latérales offrant en tout 40 places : 10 pour les non-fumeurs, 30 pour les fumeurs. De la plateforme, le conducteur peut mettre en mouvement le frein de la locomotive.

Les voitures de remorque (fig. 3) comprennent aussi

4 coupés à 10 places chacun : 2 coupés pour les non-fumeurs, 2 pour les fumeurs. Un système de tringles et leviers, à employer en cas de danger, permet de détacher du train la voiture remorquée.

Les wagons ont été construits par la Schweizerische Industrie Gesellschaft, de Neuhausen.

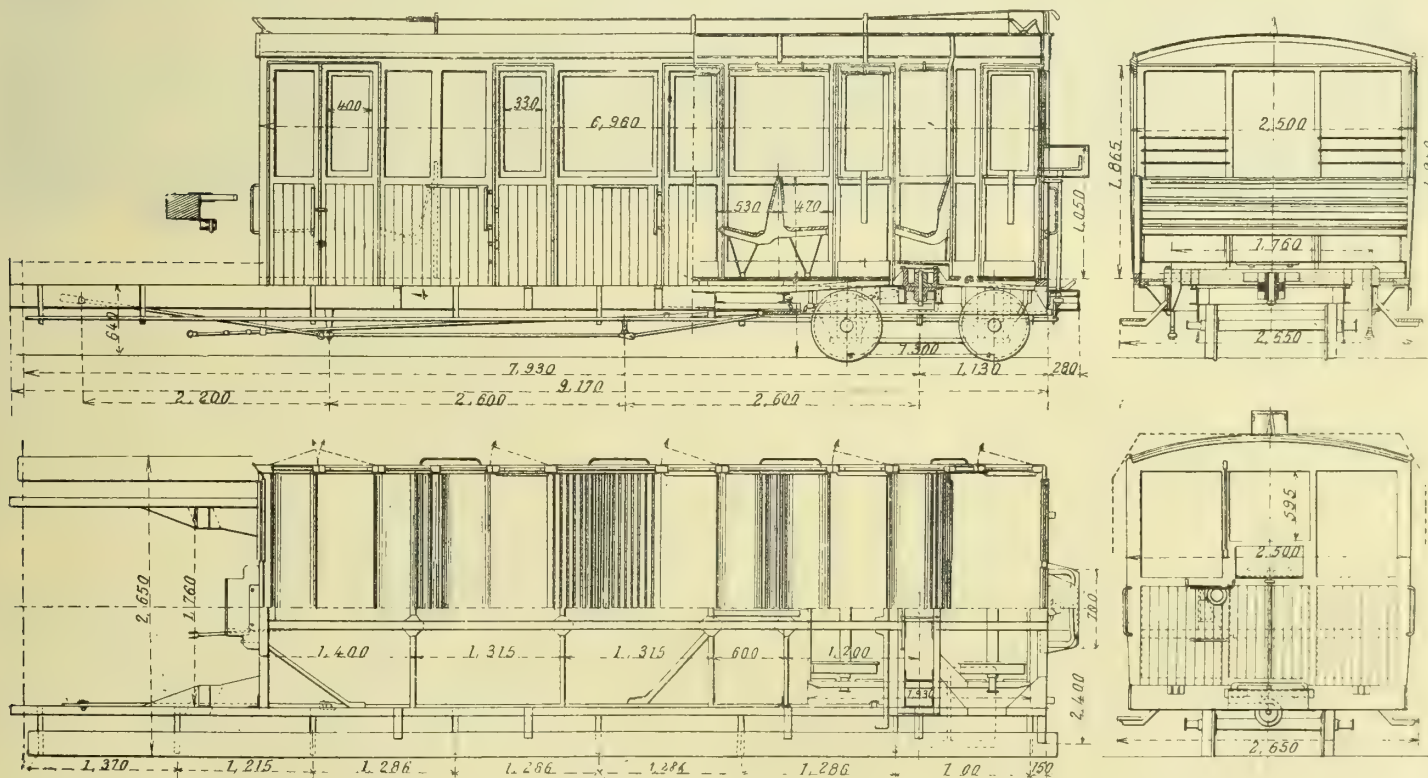


FIG. 10 à 13. — Coupes longitudinale et transversale, vue en bout et plan d'une voiture à voyageurs de 40 places.

du courant dépasse certaines limites, par suite d'une diminution trop rapide des résistances.

Lorsque, la vitesse étant trop grande, le frein automatique à ruban vient à fonctionner, l'interrupteur de secours coupe au même instant le courant d'alimentation. Le volant de manœuvre reste dans la position qu'il occupait à ce moment, si le mécanicien néglige de le rame-

Prévisions de trafic. — Sans insister ici sur l'intérêt que présente pour un grand nombre de touristes la création de cette ligne qui leur facilitera l'accès d'un sommet célèbre, nous pouvons augurer un succès financier pour cette entreprise hardie. Son fondateur, M. Guyer-Zeller, dont le décès prématuré remonte à 1899, avait prévu le trafic suivant :

20 000	aller et retour jusqu'à Eigergletscher, à	3 francs.
2 500	— — — Eigerwand, à	8 —
3 500	— — — Eismeer, à	14 —
7 500	— — — Jungfraujoch, à	27 —
10 000	— — — Jungfrau (sommet), à	35 —
Au total, 43 500 aller et retour, avec une recette de 681 500 francs.		

En outre, la vente de la force motrice disponible, les loyers des restaurants, représenteront une source appréciable de revenus; celle-ci

Depuis, on a enregistré :

En 1900	25 960 voyageurs.
En 1901	24 272 —
En 1902	25 506 —
En 1903	29 013 —

(Le chemin de fer est exploité jusqu'à Eigerwand.)

Malgré les difficultés considérables que présente l'exécution de cette ligne, nous ne saurions douter que, dans quelques années, le sommet

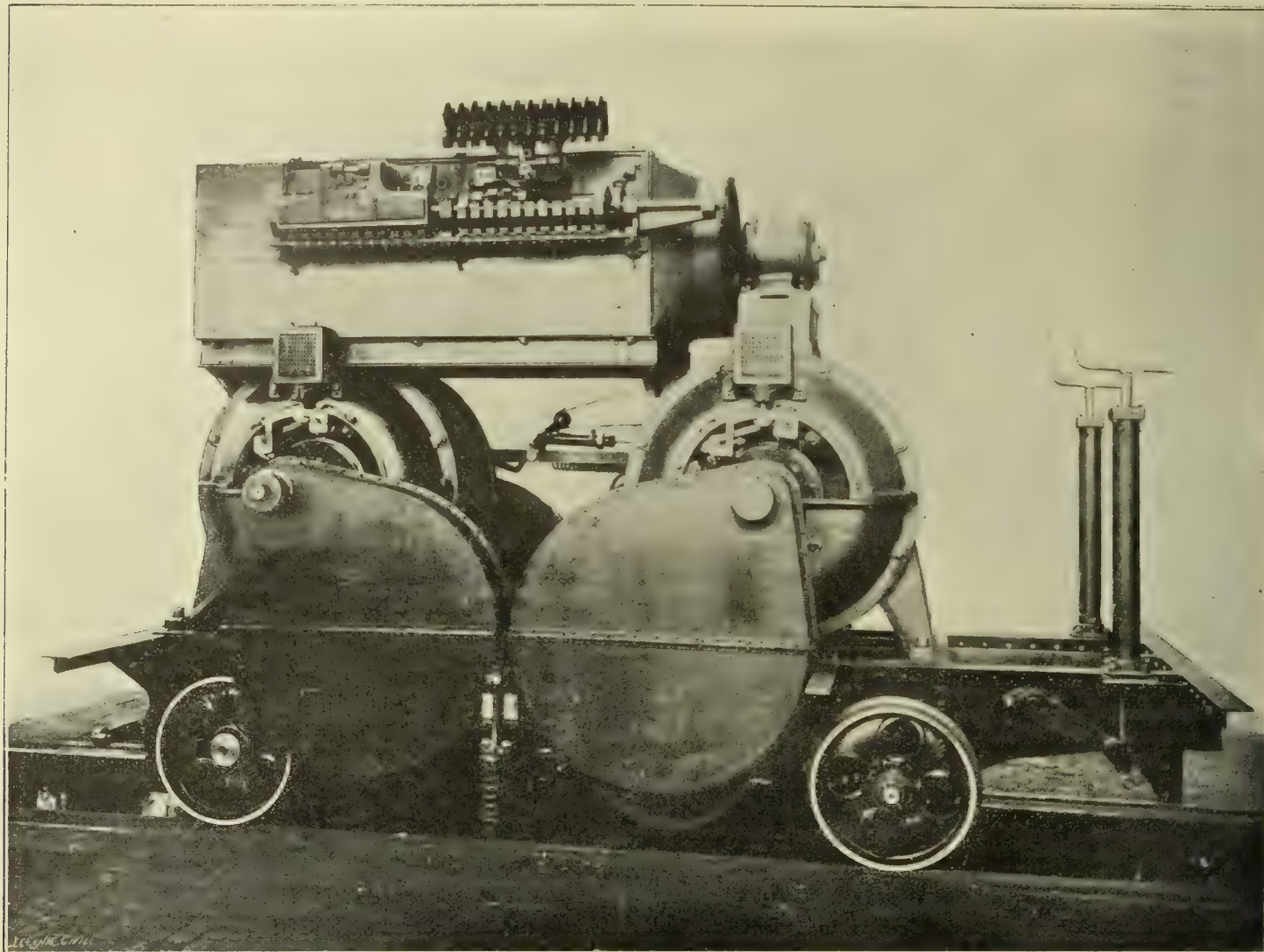


FIG. 11. — CHEMIN DE FER DE LA JUNGFRAU : Équipement électrique de la locomotive n° 6, avant le montage du controller.

augmentera encore lors de l'exploitation des 9 000 chevaux hydrauliques concédés à l'entreprise du chemin de fer et situés à Burglauenen.

Depuis que le chemin de fer est ouvert à l'exploitation, le nombre des voyageurs a dépassé les prévisions et n'a fait qu'augmenter.

En 1899, il fonctionne jusqu'à Eigergletscher; l'entreprise n'a que deux locomotives disponibles pour le transport des voyageurs, et le nombre de ces derniers atteint déjà le chiffre de 22 931.

de la Jungfrau ne puisse être atteint commodément, sans fatigue, par tout le monde. Non seulement ce chemin de fer permettra à toutes les personnes désireuses de jouir de la vue des montagnes de contempler l'un des plus grandioses paysages de la Suisse, mais encore il constituera un précieux enseignement pour l'art de l'Ingénieur (1).

L.-J. SIDLER,
Ingénieur.

CONSTRUCTION DES MACHINES

LES BICYCLETTES

Les changements de vitesse. — Le rétropédalage.

Depuis le Concours de bicyclettes de tourisme de 1902 (1), organisé par le Touring-Club de France, les efforts des constructeurs se sont uniquement portés, et avec raison, vers la machine à vitesses multiples. Les modèles de 1902 se perfectionnent, d'autres se préparent pour le prochain Concours qui, dit-on, aura lieu en 1905. Le rétropédalage, dont la première apparition officielle se fit en 1902, conquiert de plus en plus des partisans, au point qu'au dernier Salon du Cycle une manufacture de bicyclettes a cru devoir faire porter toute sa réclame sur les bicyclettes rétro-directes.

Changements de vitesse. — TOURICYCLETTE. — La Touricyclette (fig. 1 à 3), dont nous avons déjà longuement parlé (2), et qui n'était encore en 1902 qu'une machine d'essai, s'est transformée et perfectionnée.

L'axe du pédalier A (fig. 1) porte un pignon conique denté B qui engrène avec le pignon D fixé sur le tube de transmission T. A l'autre bout de ce tube T (fig. 2) se trouvent : 1° un pignon E fixé sur lui; 2° un pignon K qui tourne libre autour du tube T et en est séparé par des rouleaux d'encliquetage R. Le pignon E engrène avec un pignon E' monté sur le moyeu M de la roue arrière par l'intermédiaire d'un encliquetage; et le pignon K engrène avec un pignon K' fixé sur ce moyeu. Un chapeau L, commandé par le levier P, permet à volonté de faire encliqueter ou non les rouleaux R.

Lorsque les rouleaux R n'encliquètent pas, c'est le train EE' qui

(1) Pour plus de détails à ce sujet, nous renverrons à l'intéressante brochure de M. F. WITTEL, inspecteur du chemin de fer de la Jungfrau : *Ein Winter in der Gletscherwelt* (un hiver au milieu des glacières), et aux notices publiées par les ateliers d'Oerlikon.

(2) Voir le *Genie Civil*, t. XLII, n° 21, p. 327.

conduit le moyeu arrière; on est en petite vitesse. Lorsque le chapeau L pousse les cliquets, c'est le train K_1K' qui conduit le moyeu; on est alors en grande vitesse et le pignon E' , grâce à ses cliquets, roule librement sur le moyeu qui tourne plus vite que lui.

Les particularités de cette machine sont : d'une part, la bonne distribution et le tracé exact des roulements; d'autre part, sa facilité

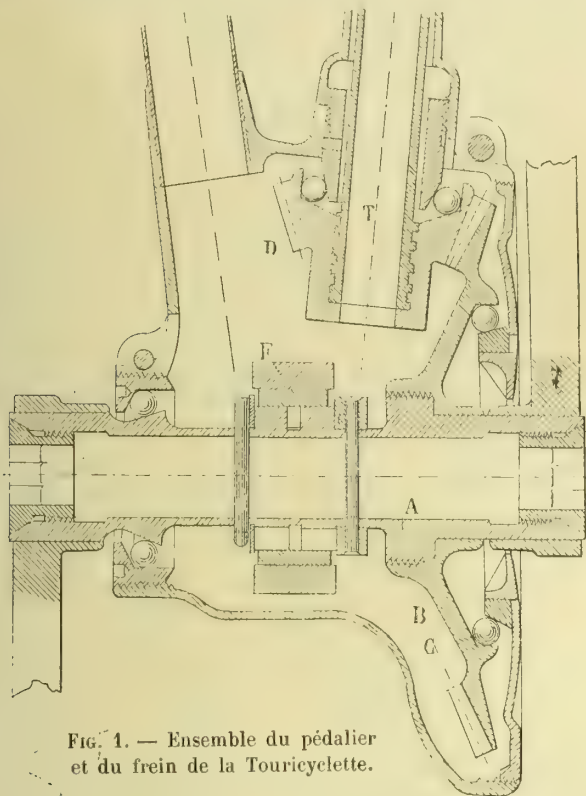


FIG. 1. — Ensemble du pédalier et du frein de la Touricyclette.

de réglage et de démontage qui est très appréciable, surtout avec une machine à engrenages.

On remarquera, en effet, (fig. 1) que les roulements sont toujours placés sous les dentures mêmes des pignons. Ainsi, les billes C du roulement du pignon de commande sont exactement au-dessous du contact. Les roulements sont à trois contacts et ont été tracés avec soin

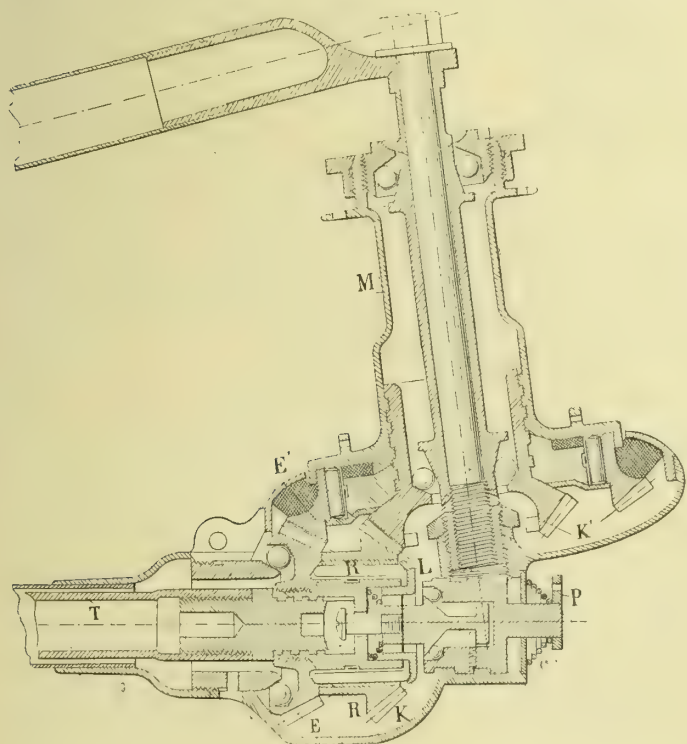


FIG. 2.

Ensemble du moyeu arrière et changement de frein de la Touricyclette.

en suivant les règles que nous avons données ici même ⁽¹⁾. Dans les derniers modèles l'angle des cuvettes a été porté de 90 à 120 degrés pour diminuer les pivotements de la bille, et par suite l'usure, et les diamètres des pignons ont été augmentés.

La machine est munie d'un frein à contre-pédale spécial avec ressort limitateur. La commande de ce frein est installée en F (fig. 1) sur l'axe du pédalier. La figure 3 en donne le détail.

L'axe A du pédalier (fig. 3) est entouré d'un anneau B. L'axe et l'anneau portent des encoches dans lesquelles se meuvent des rouleaux d'encliquetage qui produisent l'encliquetage de B avec A lors du contre-pédalage. L'anneau B est entouré par un ressort tendu R qui l'enserme fortement et accroche un crochet C qui tire sur une tige de commande des patins de frein.

Lorsqu'on contre-pédale, l'axe A entraîne B, qui entraîne R, qui tire le crochet C. Comme R n'est pas invariablement

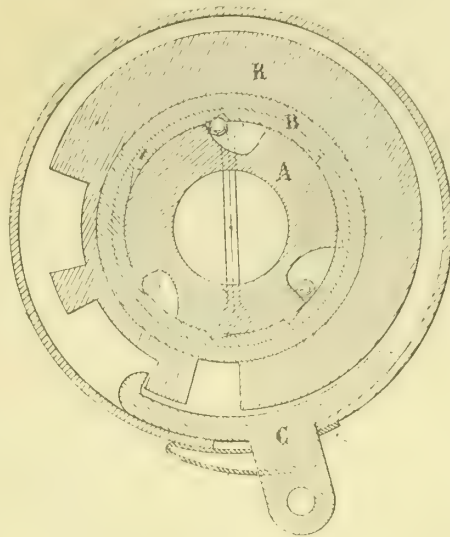


FIG. 3. — Commande du frein à contre-pédale de la Touricyclette.

relié à B, lorsque la pression du pied dépasse le frottement de R sur B, l'anneau B tourne. Ainsi l'action du pied est limitée et la pression ne peut pas dépasser la limite d'adhérence de R à B, ce qui enlève au frein toute brutalité.

La commande du changement de vitesse se fait à la main par un levier placé près du cadre; mais les derniers modèles sont munis d'un dispositif de commande au pied. A cet effet, la commande de frein est, en quelque sorte, dédoublée. Une rotation de 30 degrés de la manivelle en

arrière produit le changement de vitesse et ce n'est que lorsqu'on va jusqu'à une rotation de 60 degrés que le frein agit, tandis qu'on revient au petit développement. En d'autres termes, le dispositif de commande du changement de vitesse produit le changement à toute rotation en arrière de 30 degrés pour la manivelle, tandis qu'il faut 60 degrés pour faire agir le frein. L'avantage de pouvoir changer de vitesse sans lâcher le guidon est indiscutable et, ainsi, la Touricyclette fournit en direct ce que jusqu'ici seules les rétro-directes nous avaient donné.

Enfin, M. Durieu, l'inventeur de la Touricyclette, a encore imaginé un perfectionnement qui permet, dans les grandes descentes en roue libre, de faire tourner une des manivelles de 180 degrés; les deux manivelles sont alors parallèles et les pédales en face. Les pieds sont ainsi beaucoup plus commodément placés, comme sur de véritables repose-pieds.

Avec une construction soignée, cette machine présente donc une série de perfectionnements de détail que l'on ne trouve dans aucune autre.

TROIS VITESSES TERROT. — La vérité finit toujours par se faire jour et les cyclistes prennent goût aux développements multiples; aussi plusieurs maisons se décident-elles à faire des machines à trois vitesses.

La bicyclette Terrot, primée au Concours du T. C. F. ⁽¹⁾, qui est et restera longtemps encore une excellente machine, avait quatre vitesses; mais ces quatre vitesses n'étaient pas échangeables en marche et le cycliste ne disposait, en machine, que de deux vitesses.

Le moyeu à trois vitesses exposé par cette maison au dernier Salon du Cycle est, comme le *Sturmey-Acher*, que nous avons décrit précédemment ⁽²⁾, un dérivé du type *two-speed gear* à satellites.

En voici la description :

Le moyeu représenté en coupe (fig. 4) se compose d'abord du moyeu 1. Dans celui-ci est vissée d'un côté la cuvette de roulement 2; de l'autre côté se trouve l'appareil de démultiplication par satellites doubles, lequel se compose de la couronne dentée 3 et de trois satellites doubles 8. Sur la couronne dentée est vissé le pignon à roue libre 4 et cette couronne comporte en même temps les roulements pour les billes 5, 6 et 7.

Les satellites doubles 8 se composent chacun de deux satellites *a* et *b*, en une seule pièce, tournant sur un même axe *g* vissé dans le corps du moyeu.

Ces satellites travaillent sur deux pignons indépendants 10 et 11 tournant sur l'axe du moyeu et pouvant se déplacer longitudinalement par traction sur la tige 12.

A la position normale (première position), le ressort 13 poussant les pignons, la denture 14 du pignon 11 vient s'accoupler avec une denture identique 15 de la pièce 16, fixée sur l'axe et le pignon est immobilisé.

La couronne dentée travaille alors sur le satellite *b*; ce dernier se développe sur le pignon 11 et donne la *vitesse moyenne*.

(1) Voir le *Génie Civil*, t. XLII, n° 21, p. 323.

(2) Voir le *Génie Civil*, t. XLII, n° 22, p. 351.

(1) Voir le *Génie Civil*, t. XXXIII, n° 9, p. 139, et n° 40, p. 153.

Le pignon 10 tourne alors à vide sur l'axe.

En tirant la tige 12, on amène les pignons dans la deuxième position; les dentures 14 et 15 se découplent et ce sont les dentures 17 et 18 du pignon 10 et du manchon 19 qui s'accouplent. Ce manchon peut glisser dans le corps du moyeu et il se compose de deux pièces vissées l'une dans l'autre. (Il est en deux pièces, pour faciliter le travail du frai-âge des dents.)

A la deuxième position, le ressort 20 pousse cette pièce de façon à l'accoupler par la denture 21 avec la denture 22 de la pièce 23 vissée au corps de

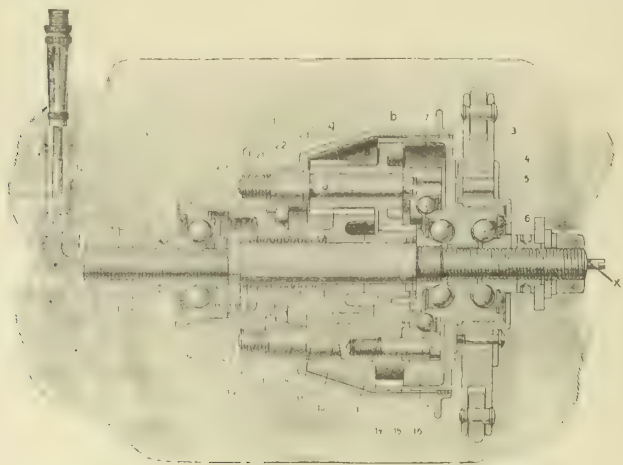


Fig. 4. — Moyeu de la bicyclette à trois vitesses Terrot.

moyeu, ce qui la rend solidaire du moyeu et par là aussi du pignon 10. Il n'y a donc point de démultiplication, les pignons étant bloqués, et nous avons la *grande vitesse*.

En tirant la tige 12 à fond, on fait débrayer les dentures 21 et 22 et embrayer la denture 24 du manchon 19 et la denture 25 de la pièce 26 fixée sur l'axe. Le manchon 19 et par suite le pignon 10 sont rendus solidaires de l'axe et par conséquent sont immobilisés. Dans ce cas, la couronne 3 actionne les satellites *b* et ainsi le satellite *a* se développe sur le pignon 10, ce qui donne la *petite vitesse*; le pignon 11 tourne alors à vide sur l'axe.

On voit que les pignons *a*, *b*, 10 et 11 et la couronne 3 restent *toujours en prise*. Les changements successifs s'obtiennent par des embrayages latéraux, de telle sorte qu'il n'y a pas à craindre que les dents des pignons s'usent ou s'ébrèchent dans des cahots de mise en prise, comme il arrive dans beaucoup de dispositifs analogues à ceux des automobiles.

Le changement ne s'effectue convenablement, évidemment, que si la course de la chaîne qui tire le chariot portant les pignons 10 et 11 est bien réglée. A cet effet, à sa sortie du moyeu, la chaîne est munie d'un tendeur (fig. 5). Ce tendeur se compose d'un double manchon B, E. Dans la partie inférieure B pénètre la tige 12 que l'on y visse plus ou moins. La partie supérieure E contient un ressort à boudin qui évite la brutalité dans les embrayages et les rend possibles même lorsque la commande est raccourcie.

Toutes les précautions sont donc prises pour éviter tout ennui au cycliste.

Le moyeu fonctionne bien et est très recommandable. Il plaira surtout aux cyclistes (et ils sont encore légion) réfractaires à l'adoption des *deux chaînes* qui restent cependant, à notre avis personnel, la meilleure solution des deux vitesses *directes*.

Il permet les développements :

5^m 40, 4^m 05 et 3^m 05
ou 5 mètres, 3^m 75 et 2^m 85

Ils sont peut-être un peu trop voisins. La pratique des développements multiples montre, en effet, qu'ils ne sont vraiment avantageux que très échelonnés. La combinaison 7 mètres, 4 mètres et 2^m 80 serait plus recommandable.

TROIS VITESSES BROSSARD. — Ce dispositif est simplement un *pignon de pédalier* pouvant s'adapter à toutes les bicyclettes et fournissant trois vitesses.

Le pignon de chaîne *p* du pédalier (fig. 6) tourne entre deux plateaux circulaires *a* et *n* auxquels il est relié par des cliquets *rr*.

Le plateau *a* se prolonge (fig. 6) par un tube qui roule à billes *ee* sur l'axe *f* de la manivelle et qui porte un pignon *bb* visible sur la figure 7. Le plateau de droite *n* se prolonge du même côté par une couronne dentée intérieurement *o*. Entre cette couronne *o* et le pignon central *b* roulent des pignons satellites *k* (fig. 6 et 7) dont les axes *t* sont fixés dans un troisième plateau *i* qui fait corps avec la manivelle *l*.

Les deux plateaux *a* et *n* portent extérieurement des encoches *d*

et *d'* dans lesquelles peuvent s'engager des cliquets *u* et *u'* destinés à immobiliser l'un de ces deux plateaux.

1° Si les deux taquets *u* et *u'* sont levés, l'ensemble tourne tout d'une pièce et tout se passe comme si le pignon *p* était, comme d'ordinaire, lié invariablement à la manivelle. On a le *petit développement*;

2° Supposons qu'on abaisse le taquet *u* qui immobilise le plateau *a* et, par suite, le pignon central *b*. Dans ce cas, la manivelle *l* fait tourner le plateau *i* qui fait rouler les satellites *k* sur le pignon central fixe *b*. Ces satellites, en roulant, entraînent la couronne *o* et, par suite, le plateau *n* qui conduit alors seul le pignon *p*.

Si l'on désigne par *r* le rayon du pignon central, *R* le rayon de la couronne dentée, il y a *multiplication* dans le rapport $1 + \frac{r}{R}$ qui est plus petit que 2. On a la *vitesse moyenne*;

3° Supposons enfin qu'on relève le taquet *u* et qu'on abaisse le taquet *u'* qui s'engage dans les encoches *d'* et immobilise le plateau *n* et la couronne *o*.

Dans ce cas, les satellites *k* roulent sur la couronne fixe *o* et mènent le pignon central *b*, qui fait corps avec le plateau *a*, et celui-ci conduit alors le pignon *p*.

Il y a *multiplication* dans le rapport $1 + \frac{R}{r}$ qui est plus grand que 2. On a la *grande vitesse*.

Ce système ingénieux a l'avantage de donner *trois vitesses* avec le même train d'engrenages que celui employé dans les dispositifs Variand

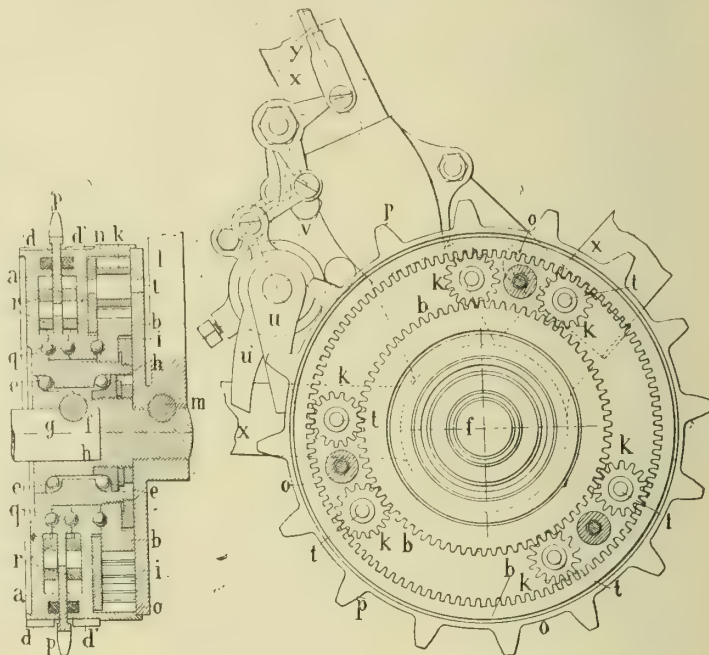


Fig. 6 et 7. — Pédalier à trois vitesses Brossard.

et Lecarme, décrits autrefois dans le *Génie Civil* (1), et qui ne donnent que *deux vitesses*.

Il permet de transformer n'importe quelle bicyclette ordinaire en machine à trois vitesses. Enfin, le choix des rayons *R* et *r* permet une échelle de développements assez vaste.

En fait, on a : $\frac{R}{r} = 1,55$; $\frac{r}{R} = 0,645$.

Les trois développements sont donc dans l'ordre :

1; 1,645; 2,55.

Si le petit développement a 2^m 80, les trois développements seront :

2^m 80, 4^m 60, et 7^m 14,

ce qui est une bonne échelle.

Mais au grand développement il y aura peut-être un sérieux accroissement de tirage provenant de la transmission supplémentaire qui entre en jeu.

Bien construit, avec des engrenages bien ajustés et dans des dimensions assez grandes, ce changement nous paraît néanmoins devoir bien fonctionner.

Le rétropédalage. — PREMIERS ESSAIS. — L'idée, qui paraît singulière, au premier abord, de pédaler à l'envers, est cependant déjà ancienne.

Dès 1868, Barberou et Meunier (2) avaient construit un *bicycle à roue libre, avec deux vitesses dont une en rétropédalage*. Ils avaient fait

(1) Voir le *Génie Civil*, t. XXXIX, n° 22, p. 351.

(2) M. Meunier est encore actuellement horloger à Paris, 69, avenue Kléber.

Fig. 5.
Réglage de la
commande
du
moyeu Terrot.

du premier coup ce que, trente-cinq ans plus tard, on devait relancer après plusieurs tâtonnements.

L'axe de la manivelle (fig. 8) faisait tourner une roue dentée A qui engrenait directement avec une seconde roue B. Sur l'axe F de cette roue était montée une roue à rochets E qui, par un cliquet, pouvait entraîner le pignon de chaîne C dans le sens de la flèche γ . Le pignon C était relié par une chaîne à un pignon D monté par-dessus l'axe J de la manivelle et portant un cliquet accrochant les dents du rochet G fixé

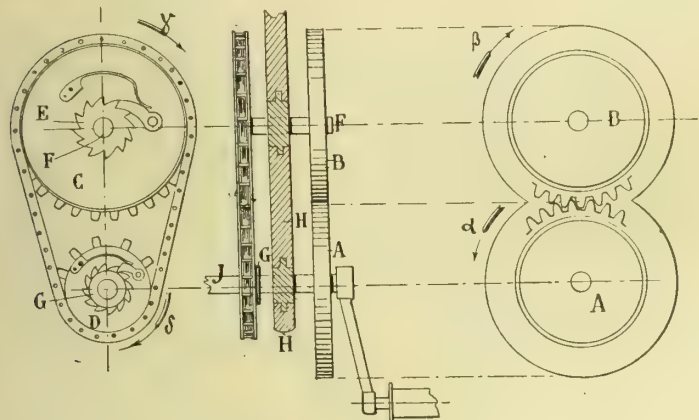


FIG. 8. — Pédalier du bicycle Barberou et Meunier.

sur l'axe J. Le pignon D était, d'ailleurs, vissé sur le moyeu de la roue motrice du bicycle.

1^o Lorsqu'on contre-pédalait, la roue A tournait dans le sens α , B dans le sens β , le rochet E dans le même sens γ . Le rochet E entraînait C qui menait le pignon D et la roue mobile dans le sens δ . Le rochet G tournait dans le sens α , G et D tournaient en sens inverse et le cliquet de D courait sur les dents de G.

Il y avait, d'ailleurs, *multiplication* ;

2^o Lorsqu'on pédalait dans le sens direct, l'axe J faisait tourner le rochet G dans le sens direct δ et le rochet entraînait D et, par suite, la roue motrice. Le reste tournait à vide ; car B et E, d'une part, tournaient dans le sens opposé à β et C dans le sens γ . C et E tournaient en sens inverse, le cliquet de C courait sur les dents de E.

Il y avait attaque directe *sans multiplication*.

C'est là, comme on le verra dans la suite, le dispositif complet de nos rétro-directes actuelles, et c'est probablement le seul essai de *bicycle-rétro* qui fut tenté. Son échec tient probablement en grande partie à ce que le rétropédalage donnait le *grand* développement, contrairement à ce que l'on fait maintenant.

Plus tard, après l'avènement de la bicyclette, vers 1893, un inventeur nommé Forjeot construisit une bicyclette à rétropédalage. Son but principal avait été de faire une bicyclette aussi courte que possible pour obtenir une machine très mobile, virant facilement. A cet effet, il avait supprimé la chaîne, adopté des roues de très petit diamètre, et faisait engrener directement le pignon du pédalier avec le pignon de la roue arrière. A bien examiner les choses, il semble donc que ce fut un peu au hasard qu'il parvint au rétropédalage, sans l'avoir visé.

Quelque chose d'analogue arriva à M. Brancher, qui imagina, vers 1895, une bicyclette-rétro. Le principe de sa transmission est le suivant :

La manivelle AP (fig. 9), tournant autour de A, est l'un des bras d'un parallélogramme articulé ABCD. Les deux points A et B sont fixes, de telle sorte que CD se déplace parallèlement à AB. Une roue R dentée intérieurement a son centre fixé en D et l'un des points C de sa circonférence fixé en C. Cette roue engrene intérieurement en I avec un pignon denté r qui tourne autour de l'axe A.

A première vue, il semble que si la pédale P tourne dans le sens f , le point I de contact des deux roues tournera dans le même sens. Il n'en est rien. L'erreur provient de ce qu'on raisonne comme si la roue R était invariablement liée à la manivelle DA ce qui n'est pas. Cette roue tourne *par rapport* à AD et, en réalité, elle participe au mouvement de la bielle CD qui est un mouvement de *translation*. Ainsi, à chaque instant, tous les points de la roue R ont des vitesses égales et parallèles. En particulier, la vitesse v'' du point I (fig. 9) est égale et parallèle aux vitesses v et v' des points C et D. Il

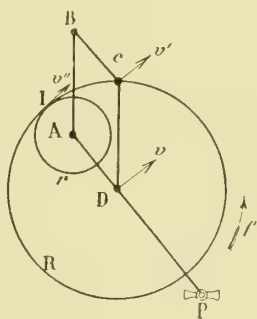


FIG. 9. — Schéma de la transmission Brancher.

en résulte que la roue dentée r tourne en *sens inverse* de la manivelle et la vitesse de rotation est augmentée dans le rapport de AD à AI.

La roue r peut être placée au pédalier et alors reliée à une autre roue dentée qui transmet le mouvement à l'arrière par une chaîne comme d'ordinaire ; on a donc le dispositif de la figure 10. Ou bien on peut fixer directement la roue r sur le moyeu arrière et on a une bicyclette (fig. 11) du type de la bicyclette pliante militaire Gérard.

Au moment de son invention, M. Brancher ne s'aperçut que sa bicyclette était rétrograde que lorsqu'il l'eut fait exécuter. Étonné, et ne croyant pas alors qu'un tel dispositif pût avoir de l'avenir, il l'aban-

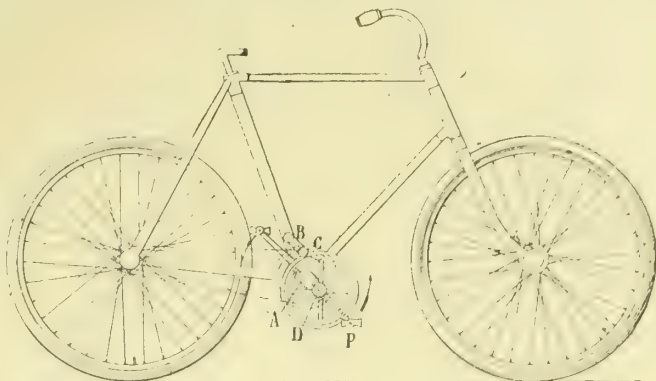


FIG. 10. — Application de la marche rétrograde à une bicyclette.

donna pour ne s'en souvenir que beaucoup plus tard lorsque la rétro se répandit.

Enfin, pour terminer ce rapide aperçu des premiers essais, nous citerons encore la bicyclette italienne de l'ingénieur Caldera, brevetée le 12 décembre 1895, et construite par la maison Bender et Martiny, de Turin. Sur les tubes horizontaux de la fourche arrière, près du pédalier, sont fixées deux poulies P et P' (fig. 12) qui sont dans le plan

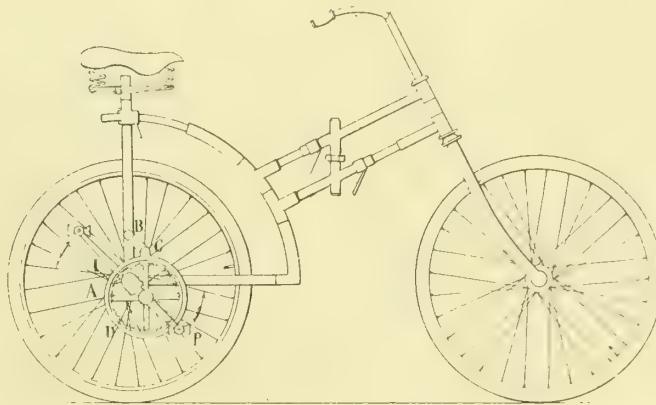


FIG. 11. — Application de la marche rétrograde à une bicyclette pliante Gérard.

des deux pignons A et B du pédalier et de la roue arrière. La chaîne de transmission ECDF entoure alors les deux poulies P et P' et le pignon arrière B et n'embrasse le pignon avant A que sur un arc limité CD. Il est clair que ce dispositif produit le mouvement rétrograde. Ce qu'il a de tout à fait remarquable, c'est qu'il permet de transformer *sans rien y changer* une bicyclette quelconque en rétro à peu de frais. La figure 13 donne, en effet, le détail du dispositif acces-

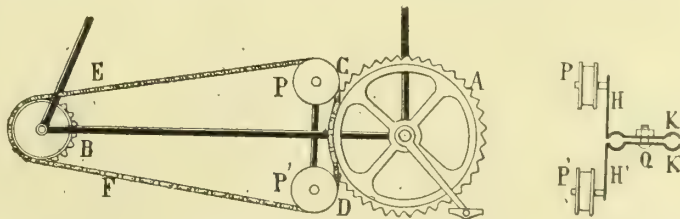


FIG. 12 et 13. — Pédalier de la bicyclette Caldera.

soir des poulies. Les axes des deux poulies P et P' sont montés sur deux pièces HK et H'K' en fer plat qui forment une entretoise entre les deux bras de la fourche arrière qui passent dans les deux colliers HH' et KK'. Un seul boulon Q suffit pour serrer les deux pièces et fixer solidement les colliers HH' et KK' sur la fourche. Le réglage de la chaîne s'obtiendra en avançant ou reculant les poulies.

Carlo BOURLET,
Docteur es Sciences.

(A suivre.)

TÉLÉGRAPHIE

TÉLÉGRAPHES ÉLECTRIQUES

pour la transmission des signaux à bord des navires.

Parmi les applications intéressantes de l'électricité se rangent celles qui se rapportent aux signaux à bord des navires, notamment les télégraphes pour les salles de machines et chaudières, l'appareil de commandement du gouvernail, l'indicateur de position du gouvernail, les télégraphes pour l'artillerie et la manœuvre des torpilles. Ces appareils permettent aux commandants, pilotes, etc., de transmettre instantanément et sûrement des ordres précis aux mécaniciens, timoniers et servants, tout en obtenant réciproquement l'indication constante de la marche des machines, de la position exacte de la barre, etc.

Le Gouvernement allemand en autorisa l'essai sur son vaisseau de ligne le *Baden*, sur lequel on peut voir fonctionner un réseau général

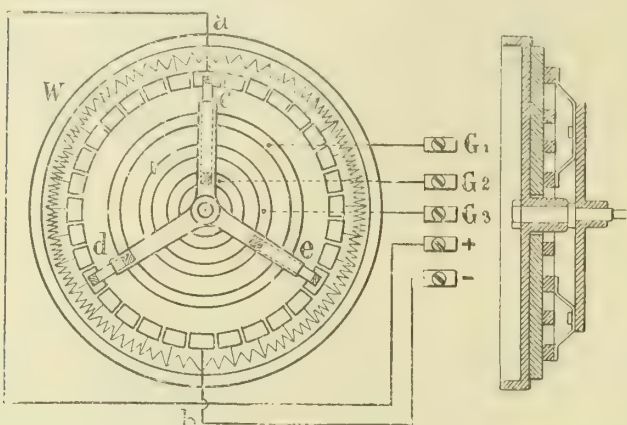


Fig. 1 et 2. — Vue de face et coupe transversale d'un transmetteur.

de commandements élaboré par l'Allgemeine Electricitäts Gesellschaft. Les expériences ayant été des plus concluantes, plusieurs cuirassés furent, depuis, dotés de systèmes de commande semblables.

Les appareils fonctionnant sur ces navires, construits d'après le modèle d'indicateurs à distance dits à *champ tournant*, se divisent, en réalité, en deux catégories bien distinctes : l'une pour la transmission des ordres des différents postes de commandement aux chambres de manœuvre ; l'autre pour l'indication constante, automatique et simultanée à plusieurs endroits du navire, de l'exécution des divers commandements. Nous ne nous occuperons ici que des télégraphes pour la transmission des ordres aux machines.

Le système d'indicateurs à distance dits à *champ tournant* consiste à

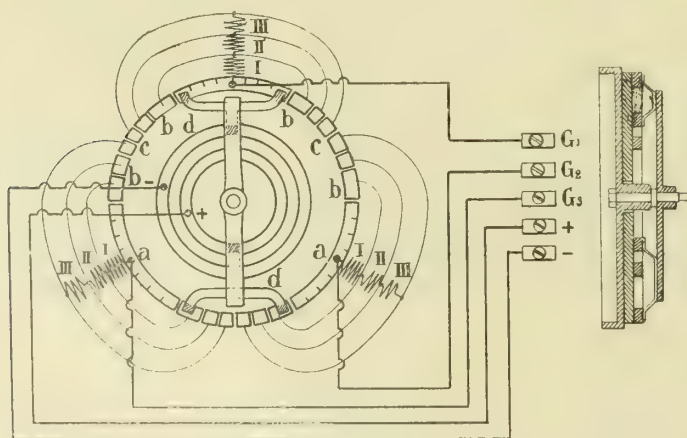


Fig. 3 et 4. — Vue de face et coupe transversale d'un second type de transmetteur.

répartir un courant continu sur trois conducteurs, au moyen d'un distributeur, de façon à créer constamment, dans un système magnétique tripolaire (le récepteur) connecté à ces conducteurs, un champ d'énergie magnétique, électriquement dépendant du distributeur avec lequel il tourne dans une même direction en formant induit.

Nous désignerons par *transmetteur* la partie dans laquelle s'effectue la répartition du courant, la partie rotative de celui-ci par *distributeur* et celle qui renferme l'aimant par *récepteur*.

Transmetteur. — On en construit couramment de deux types, destinés à un grand ou à un petit nombre de commandements.

Le transmetteur pour nombreux commandements se compose d'un certain nombre de plots de contact, disposés en cercle (fig. 1 et 2), entre lesquels se trouvent des résistances W inégales entre elles et graduées d'après certaines lois. Ce rhéostat fermé sur lui-même, reçoit en deux points fixes a et b diamétralement opposés, le courant continu emprunté au réseau, tandis que trois bras de contact rotatifs c, d, e , écartés de 120 degrés et isolés entre eux, reprennent une partie du courant du rhéostat pour l'envoyer au récepteur par trois conducteurs G_1, G_2, G_3 . L'adduction du courant entre les bras de contact et les fils de transmission s'effectue par trois bagues de frottement concentriques.

Le transmetteur pour le nombre restreint de commandements (fig. 3 et 4) se compose essentiellement de trois contacts principaux dont se détachent les trois fils de ligne G_1, G_2, G_3 , et un certain nombre de contacts auxiliaires b et c , disposés en cercle et reliés par les résistances I, II, III , avec leur contact principal.

L'adduction du courant au transmetteur s'effectue diamétralement par deux balais doubles d qui sont en communication avec les pôles d'une source de courant, par des bagues de frottement.

La dimension des contacts principaux est de 60 degrés, et celle des contacts secondaires varie suivant le nombre des commandements qu'il est nécessaire de pouvoir transmettre. Un transmetteur pour quarante-huit commandements, par exemple, ne comporte, en tout, que vingt et un contacts (fig. 3).

Récepteur. — Le récepteur (fig. 5 et 6) se compose de trois paires de petits solénoïdes r , disposés radialement autour d'un cylindre en cuivre k ; ces bobines sont mises en circuit deux par deux à la fois et connectées avec l'un des fils de ligne. Les autres extrémités des bobinages sont réunies à une borne commune.

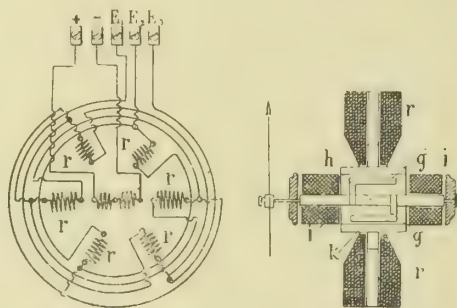


Fig. 5 et 6.

Au centre de cette étoile de bobines se trouve l'armature électromagnétique qui porte directement l'aiguille indicatrice. Deux pièces g (fig. 6) en fer doux, reliées entre elles par une pièce h en matière isolante, lui sont fixées. L'aimantation des pièces g s'effectue par deux bobines magnétiques i , lesquelles sont mises en circuit de façon à créer des pôles de signes contraires à l'extrémité de chacun des noyaux de fer. Le cylindre en cuivre k contribue à l'amortissement du système indicateur.

Fonctionnement. — Voici comment fonctionne le système d'indicateur à champ tournant :

Si, par exemple, on fait tourner le distributeur à trois bras du transmetteur (fig. 7), les intensités respectives du courant dans les trois fils de ligne se modifient suivant les résistances insérées et, par

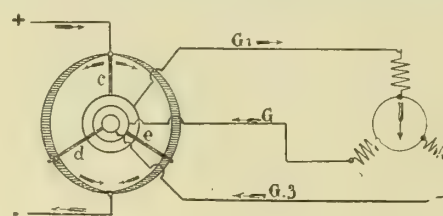


Fig. 7.

suite de l'enroulement particulier des résistances, les variations du courant affectent la forme sinusoïdale.

Les maxima d'intensité dans les trois conducteurs sont décalés de 120 degrés.

Dans les bobines du récepteur naissent donc, suivant l'intensité du courant qui les traverse, des champs magnétiques se réunissant en un champ magnétique commun dont la direction coïncide toujours avec la position du distributeur. Ce champ commun traverse l'espace central du système récepteur (fig. 5 et 6) et force l'armature électromagnétique mobile, ainsi que l'aiguille indicatrice, à suivre sa rotation.

Chaque position du levier du transmetteur ne peut correspondre qu'à une seule position de l'indicateur du récepteur, et réciproquement. Les variations de potentiel de la source du courant employé sont pratiquement sans influence sur les positions de l'indicateur.

Des appareils robustes et de dimensions restreintes ont été construits d'après ce principe et fonctionnent comme télégraphes de machines (fig. 8 et 9). Les arrêts de la manette de transmission entre deux commandements, ou les fausses indications de l'aiguille du récepteur, en cas d'interruption du courant, sont signalés par des sonneries de contrôle ou par d'autres dispositifs qui entrent en jeu dès que la manœuvre n'est pas normale. Les cadrans de ces appareils sont éclairés par des lampes branchées sur les circuits qui servent au

fonctionnement du télégraphe lui-même. Les enveloppes du transmetteur et du récepteur sont parfaitement étanches, ainsi que les boîtes d'introduction des câbles. Ce point est d'une importance capitale pour éviter les mécomptes que d'autres installations ont fait subir par suite de la corrosion des pièces métalliques, et qui ont rendu le service impossible. L'isolement est préalablement vérifié au moyen de courant alternatif à 300 volts.

Sur les vapeurs à deux et même trois hélices, on emploie des appa-

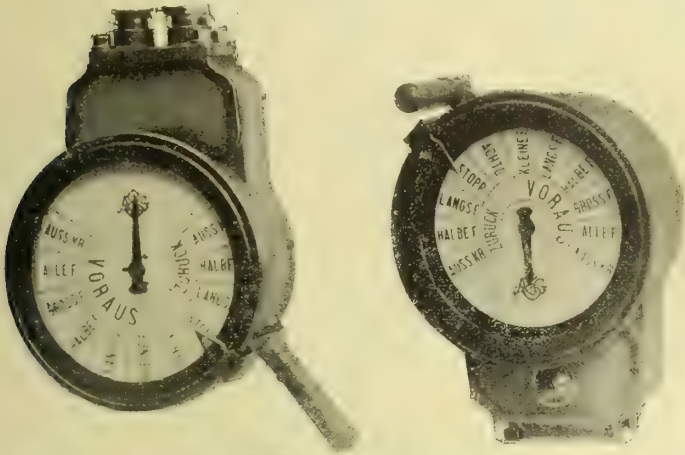


Fig. 8 et 9. — Vue extérieure d'un transmetteur et d'un récepteur.

reils doubles ou triples résultant de la combinaison de postes semblables aux précédents, montés sur une même colonne.

Les télégraphes et autres transmetteurs du même genre sont généralement branchés sur le réseau d'éclairage (65 à 110 volts, suivant les navires), leurs bobinages étant prévus pour supporter ces tensions.

Une boîte de répartition sert à la connexion des différents câbles avec les appareils et renferme les fusibles. Elle s'ouvre par le simple jeu d'une manette.

La puissance mise en jeu dans le fonctionnement ne dépasse guère 0,4 ampère sous 110 volts.

L. RAMAKERS.

HYGIÈNE

EXPÉRIENCES SUR LES EFFETS PHYSIOLOGIQUES de l'air comprimé.

De nouvelles expériences ont été entreprises dernièrement, aux États-Unis, par MM. Léonard Whill et J. J. R. Macleod, sur les effets de l'air comprimé et de la décompression sur l'organisme; elles ont fait l'objet d'une étude qui a paru dans le *Journal of Hygiene*, et dans laquelle, en même temps, les auteurs exposent et commentent les résultats d'observations faites par les entrepreneurs et chefs de chantiers. Le *Génie Civil* (1) a déjà donné, sur ce sujet, de nombreux renseignements que nous allons compléter en résumant simplement les plus intéressantes des conclusions de cette étude.

La pression, si élevée soit-elle, n'a par elle-même absolument aucun effet mécanique sur la circulation du sang. Des animaux peuvent être exposés à une pression de sept atmosphères pendant quatre heures sans présenter aucun trouble si la décompression est faite lentement, soit pendant deux heures au minimum. La recompression, suivant la décompression rapide, en fait disparaître complètement les mauvais effets si elle est appliquée en temps opportun; il est toujours salutaire de la pratiquer dès qu'apparaît un quelconque des symptômes de la maladie des caissons. Un repos absolu après la sortie du sas est indispensable.

Ces conclusions ne font que confirmer celles de Paul Bert, d'Herment et des physiologistes allemands.

Les conclusions suivantes sont au contraire assez nouvelles.

L'accoutumance ne s'acquiert pas : les hommes jeunes, résistent même beaucoup mieux que les vieux. Si l'on rencontre souvent de vieux plongeurs, le fait est dû à ce que systématiquement ceux qui sont atteints par la maladie abandonnent la profession et s'éliminent d'eux-mêmes. Les vieux plongeurs sont ceux qui, présentant une résistance naturelle, n'ont jamais été atteints ou ne l'ont été que très peu.

Les hommes grands, corpulents et d'apparence vigoureuse résistent beaucoup moins bien que ceux qui sont maigres, de petite taille et

en somme d'apparence plutôt chétive. Ceux qui ont plus de quarante-cinq ans ou dont les cheveux blanchissent prématurément doivent être exclus systématiquement. En observant ces règles, M. E. H. Snell, entrepreneur des travaux du tunnel de Blackwall, n'a pas eu un seul accident mortel.

Effets de la ventilation. — M. Snell pense que l'accumulation de l'acide carbonique dans l'atmosphère des caissons est la principale cause de la maladie. Comme ce gaz est beaucoup plus soluble que l'air, il s'accumule dans le sang en plus grandes proportions que ne l'indiquerait la seule augmentation de pression; à plus forte raison cela se produit-il si la proportion de ce gaz est plus grande que dans l'air. L'acide carbonique tend d'ailleurs à s'accumuler dans le caisson non seulement à cause de la respiration des ouvriers, mais aussi parce que certaines terres, quand elles sont remuées, en dégagent une très grande quantité.

Des expériences en cours n'ont pas encore déterminé comment peut agir l'acide carbonique; sa plus grande toxicité, dans ces conditions, s'explique mal, car les doses correspondantes supposées ramenées à la pression extérieure ne sont pas considérées comme toxiques. L'hydrogène sulfuré et l'oxyde de carbone, qui se dégagent des terres dans les mêmes circonstances que l'acide carbonique, ont cependant été reconnus plus toxiques sous pression élevée que sous pression faible. Quoi qu'il en soit, M. Snell a pu dresser la statistique suivante pour les travaux de Blackwall; la pression variait de 1^{kg} 75 à 2^{kg} 45 par centimètre carré :

MÈTRES CUBES D'AIR FRAIS PAR HOMME ET PAR HEURE	NOMBRE DE JOURS	CAS DE MALADIES	CAS DE MALADIES POUR 100 JOURS de travail
Moins de 112	13	41	315
112 à 124	26	78	300
224 à 336	40	8	80
Plus de 336	42	4	33

Règles à suivre. — Les hommes doivent être choisis sains, petits, tempérants, âgés de moins de vingt-cinq ans; ils doivent pouvoir subir sans aucun symptôme une épreuve préliminaire à basse pression.

La durée du travail des équipes et celle de la décompression doivent avoir les valeurs données par le tableau suivant :

PRESSION EN ATMOSPHÈRES	DURÉES MAXIMA DU TRAVAIL D'UNE ÉQUIPE	DURÉES MINIMA DE LA DÉCOMPRESSION
2	1 heures	30 minutes à 1 heure
3 à 4	4 heures	1 à 2 heures
5	1 heure	1 à 2 heures
6 à 7	30 minutes à 1 heure	2 heures

Pour empêcher les ouvriers d'enfreindre ces règles, il faut aménager les appareils de commande du sas à air de façon qu'ils ne soient pas à leur disposition; des sas spéciaux doivent être réservés au passage des hommes et à celui des matériaux. Le sas des ouvriers doit être chauffé artificiellement et largement ventilé pour éviter le refroidissement dû à la détente et le dépôt d'humidité qui a tendance à se produire sur toute la surface du corps et sur les vêtements. Ce dépôt se produit d'ailleurs quelquefois aussi au moment de la compression quand l'air extérieur est très humide; il doit être évité absolument. La ventilation pendant la compression permet également d'atteindre ce résultat.

En cas de symptômes de maladie après la décompression, il faut proscrire totalement la recompression dans l'oxygène qui a quelquefois été recommandée et dont les effets toxiques, dans ces conditions, sont très grands; la recompression doit se faire dans l'air ordinaire. Les ouvriers doivent être maintenus au repos absolu pendant au moins une heure après la décompression. Quelques-unes de ces conditions ont déjà été indiquées dans le *Génie Civil* et sont réalisées dans un appareil qu'il a décrit (1).

Les expérimentateurs sont convaincus que par un choix judicieux des hommes et en observant toutes les précautions indiquées, il est possible de travailler à sept atmosphères de pression sans aucune crainte d'accident mortel. Aux pressions actuellement en usage, il n'y a jamais à redouter la congestion pulmonaire résultant du fait seul de la pression élevée.

(1) Voir le *Génie Civil*, t. XXVII, n° 21, p. 327, et t. XLIV, n° 23, p. 399.

(1) Voir le *Génie Civil*, t. XLIV, n° 23, p. 399.

VARIÉTÉS

Sas à air du tunnel sous la Harlem River
(New-York).

Le tunnel à double voie du Rapid Transit Railroad (1) qui passe sous la Harlem River, à New-York, se compose de segments en fonte de grandes dimensions qui ont été assemblés sur place, au moyen de brides intérieures. La descente de ces segments jusqu'aux caissons à air comprimé a nécessité la construction d'une cheminée et d'un sas à air de formes et de dimensions spéciales appropriées à la forme et aux dimensions des pièces à y faire passer.

Nous donnons, d'après l'*Engineering Record*, la description du sas à air de ces cheminées.

Il consiste essentiellement en trois chambres superposées, de section

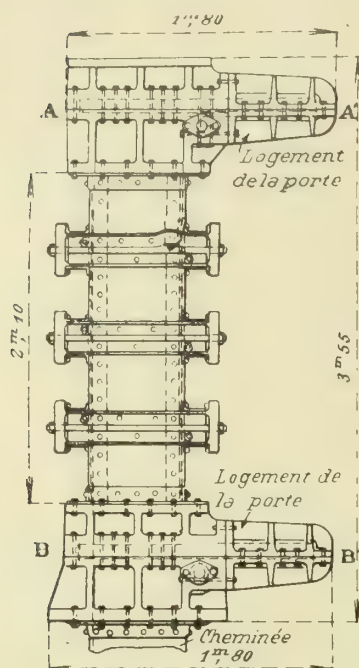


Fig. 1. — Vue en bout du sas.

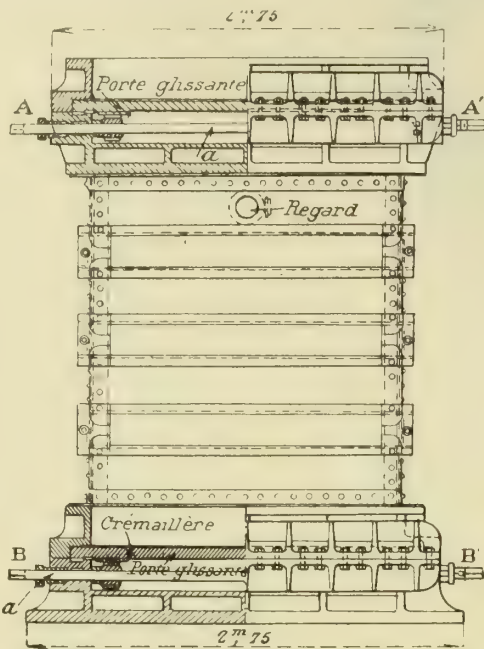


Fig. 2. — Vue de côté et coupe verticale du sas.

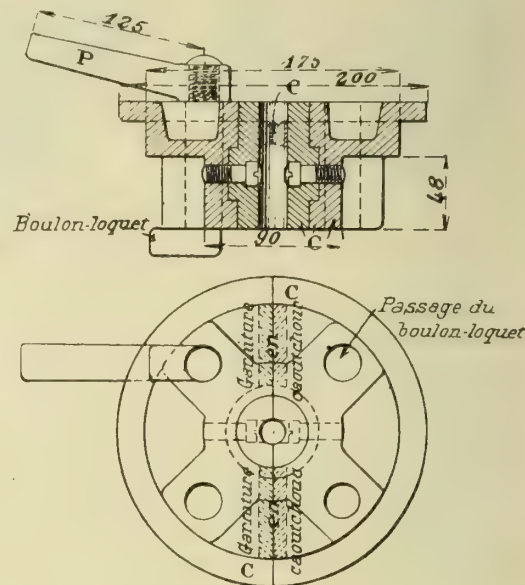


Fig. 3 et 4. — Coupe et plan de l'obturateur.

rectangulaire. Celle du milieu est de grande hauteur (2m 10); elle est en tôle d'acier; les deux autres, placées en haut et en bas, sont formées chacune de quatre pièces en fonte assemblées par des brides et boulons placés extérieurement. A hauteur du joint horizontal A A', B B' de chaque chambre extrême (fig. 1 et 2) se trouve une porte glissante en fonte de 76 millimètres d'épaisseur, manœuvrée de l'extérieur par une manivelle engagée sur la partie carrée d'un arbre *a*, qui, au moyen d'un pignon, commande une crémaillère fixée sur la face inférieure de la porte.

A hauteur de chacune des portes, les chambres inférieure et supérieure ont un prolongement latéral dans lequel vient se loger la porte,

quand elle est ouverte. L'étanchéité est obtenue par un dressage convenable des parties frottantes des bords de la porte et au moyen de bandes sur lesquelles elle appuie pendant son mouvement.

La chambre médiane a ses parois renforcées par un système de fers en U rivés par leurs ailes sur les longs côtés; les âmes de ces fers s'assemblent sur les extrémités des ailes d'autres fers en U, rivés par leurs âmes aux petits côtés. Chaque série de fers forme ainsi un cadre (ces cadres sont au nombre de trois) maintenu rigide au moyen de jougs en fonte et de tirants en fer. On peut faire supporter à ces pièces la majeure partie de l'effort que produira la poussée de l'air comprimé, si on leur donne un serrage initial avant que le sas ne soit sous pression.

La partie supérieure est percée, en son centre, d'un trou circulaire de 178 millimètres de diamètre dans lequel s'ajuste exactement une sorte de bouchon formé de deux parties s'assemblant suivant un joint

vertical CC' (fig. 3 et 4) que forme une garniture à bandes de caoutchouc. La mise en place de ce bouchon et le serrage du joint se font très rapidement et exactement au moyen de quatre boulons-loquets, venant agraffer le bouchon sous le bord intérieur et inférieur de son logement. Il suffit pour cela de donner un quart de tour aux poignées de commande P qui terminent extérieurement ces boulons.

Ce bouchon porte une garniture centrale en bronze, dans laquelle passe le câble de manœuvre. En enlevant le bouchon, la largeur de l'orifice qu'il laisse ouvert est assez grande pour que le crochet du câble puisse passer, et on évite ainsi la perte du temps que nécessiterait la manœuvre de la porte supérieure.

Embrayage automatique de sûreté « le Ténax ».

L'embrayage à cônes de friction que représentent en coupes les figures ci-dessous est muni de deux dispositifs de sûreté : le premier est un verrouillage assurant automatiquement le débrayage définitif; le second consiste dans le freinage, également automatique, de l'arbre en mouvement après débrayage effectué.

Essentiellement, l'appareil se compose (fig. 1 et 2) d'un plateau A sur lequel est rapportée, par boulons, une couronne bi-conique B, de deux disques coniques C et D, et de quatre tocs d'entraînement N, rendant D transversalement solidaire de C. Une vis E, à pas contraires, par sa rotation dans un sens ou dans l'autre autour de l'arbre Y, produit l'éloignement ou le rapprochement relatifs des disques C et D formant écrous, et, dans le cas de leur rapprochement, leur serrage très énergique contre les portées correspondantes de la couronne bi-conique B, ce qui produit l'embrayage.

L'appareil est complété par une poulie F à gorge plate, clavetée sur la vis E; cette poulie forme intérieurement barillet, et renferme un ressort spiral R qui la rend élastiquement solidaire de D et, par suite, de l'arbre Y. Les deux prisonniers L rendent, en effet, le disque C solidaire de l'arbre Y, tout en lui permettant un mouvement longitudinal par rapport à cet arbre. La vis E est butée à droite contre les

prisonniers L et contrebutée à gauche par le prisonnier long K; sous l'action d'un ressort à boudin *r*, une bague H, munie d'une rainure dans laquelle passe à frottement doux le prisonnier K, est maintenue constamment appliquée contre la vis E. Les surfaces de E et de H, ainsi en contact, sont munies de dentures formant griffes (fig. 2).

Supposons maintenant un arbre moteur faisant tourner par courroie une poulie J clavetée sur le moyeu du plateau A, et entraînant l'arbre Y par l'intermédiaire de la couronne bi-conique B et des plateaux C et D serrés fortement contre elle. Si par le moyen d'une bande de frein *f*, enveloppant la poulie plate F (fig. 3), on diminue par frottement la vitesse angulaire de cette poulie (en bandant consécutivement le ressort spiral R), il en résulte une rotation relative de la vis E par rapport à l'arbre Y et le débrayage immédiat, grâce à l'écartement relatif des cônes C et D qui en résultera.

Ce débrayage sera rendu définitif par le moyen de l'intervention automatique des griffes inverses existant au contact de E et de H. La bague H réalisera ainsi un dispositif automatique de verrouillage de sûreté permettant de faire librement cesser l'action du frein *f*, après l'arrêt de l'arbre Y, sans que la vis E puisse revenir à sa position primitive d'embrayage.

Pour remettre l'arbre Y en marche il suffira de repousser légèrement vers la gauche la bague H à l'aide d'une fourche (fig. 2); les griffes n'étant plus en prise, la vis E sera rendue libre et pourra alors, sous l'appel énergique du ressort spiral, revenir à sa première position d'embrayage, en tournant autour de l'arbre Y.

(1) Voir le *Genie Civil*, t. XLIII, n° 26, p. 412, et t. XLIV, n° 46, p. 236.

Pour éviter que l'arbre Y ne continue à tourner après débrayage effectif, sous l'action de la force vive due à l'existence de masses diverses en mouvement avec lui, un butoir limite à 180 degrés, par exemple, la rotation de la vis E par rapport à l'arbre Y. Cette vis (fig. 4) en butant contre le prisonnier K et, par suite, contre l'arbre Y, en devient solidaire, et l'application prolongée du frein *f* assure le freinage de cet arbre après débrayage.

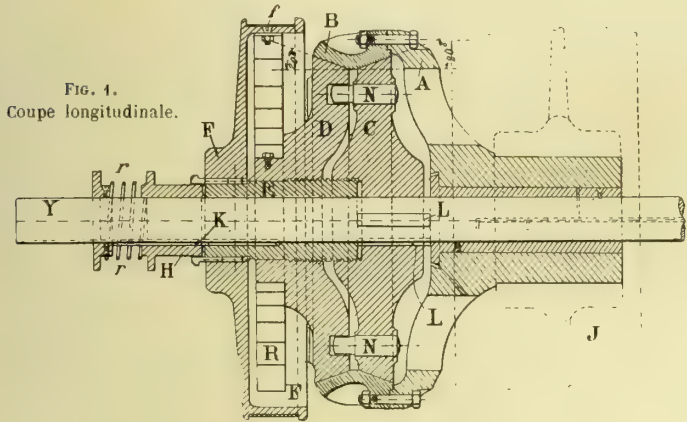


FIG. 1.
Coupe longitudinale.

FIG. 2.
Dispositif de verrouillage.

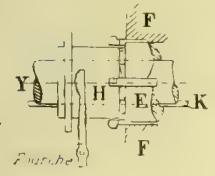


FIG. 3. — Frein.

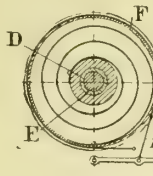


FIG. 4. — Coupe de l'arbre Y et de la vis E

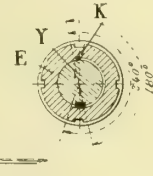


FIG. 1 à 4. — Coupes de l'embrayage automatique Ténax.

Cet appareil, imaginé par M. Loria, est équilibré; tout en étant robuste, il est de volume réduit et léger (le modèle pour 5 chevaux pèse 15 kilogr. et le modèle pour 60 chevaux, 150 kilogr.). L'effort nécessaire à sa manœuvre est emprunté au moteur même. Sa qualité de freiner automatiquement l'arbre en mouvement après débrayage permet de prévenir des accidents qui peuvent être graves.

La figure 5 représente l'installation d'un embrayage destiné à trans-

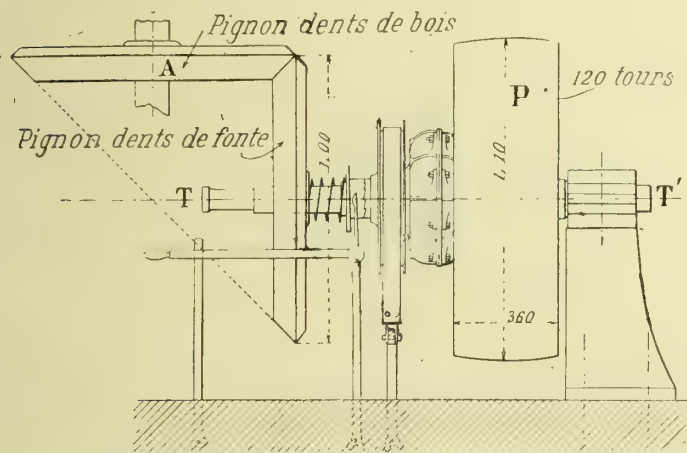


FIG. 5. — Installation d'un embrayage Ténax pour la commande d'une meule.

mettre 60 chevaux sur un arbre tournant à 120 tours, pour la commande, par l'intermédiaire de deux roues d'angle à denture en bois, d'une meule à axe vertical du poids de 1 500 kilogr. La fragilité de la denture et l'inertie de la meule imposaient le choix d'un appareil donnant, comme le Ténax, un démarrage très doux et un freinage très sûr.

Épurateur d'eau, système Schlichter.

L'appareil imaginé par M. Schlichter peut être employé non seulement pour produire l'épuration des eaux employées dans l'alimentation des chaudières, mais aussi celle des eaux utilisées dans de

nombreuses industries telles que les teintureries, les blanchisseries, les tanneries, les brasseries, les sucreries, etc.

Cet épurateur est entièrement construit en maçonnerie, en béton de ciment ou en ciment armé : il peut être disposé horizontalement, comme dans l'exemple représenté ci-dessous, ou bien en hauteur, lorsque la place fait défaut. Dans ce dernier cas, il a l'aspect d'une tourelle ou d'une cuve élevée à base rectangulaire.

Construit horizontalement, c'est-à-dire dans sa forme la plus rationnelle, l'appareil se compose (fig. 1 et 2) :

- 1° D'une rigole A, en forte pente avec cascades, augets et contre-pentes et chicanes produisant des remous et tourbillons;
- 2° D'un bassin de décantation B.

L'eau arrivant par un tuyau alimenté aussi régulièrement que possible et d'une façon quelconque, se déverse dans un auget, non figuré sur le plan, mobile autour de deux tourillons; la position du centre de gravité est telle que cet auget se renverse lorsqu'il est plein et se redresse de lui-même lorsqu'il est vide.

Ce mouvement de renversement est utilisé pour actionner des agitateurs placés dans les réservoirs en bois *aa*, en nombre approprié et faire tomber en quantité convenable, les produits chimiques destinés à précipiter les matières en dissolution dans l'eau. La descente rapide, en cascades et en tourbillons, dans la rigole A produit en même temps qu'une forte aération un brassage énergique, qui amène les réactions chimiques recherchées.

L'eau généralement troublée par des matières floconneuses tombe dans le bassin de décantation B et s'écoule lentement à travers les compartiments en chicane pour arriver au filtre C. Ce dernier se compose de deux cloisons en bois trouées formant un intervalle rempli de petit gravier. L'eau passe à travers ce filtre qui retient les dernières matières en suspension, puis avance en achevant de se décanter vers la dernière cloison du bassin où on la recueille absolument claire.

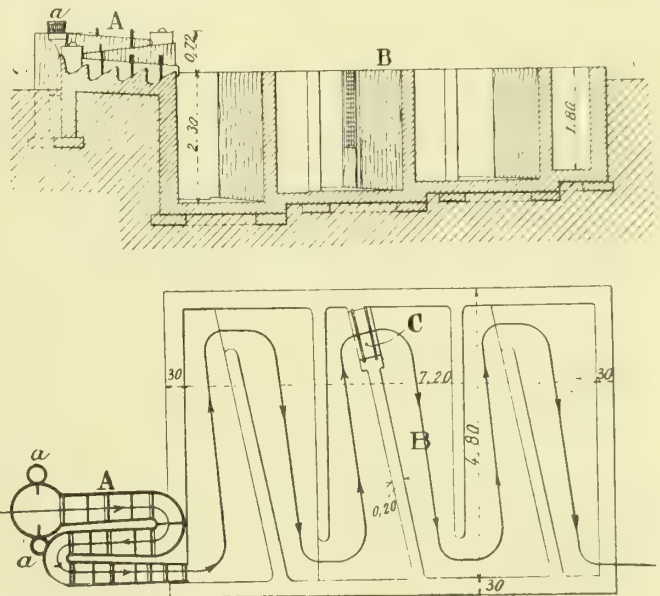


FIG. 1 et 2. — Coupe verticale et plan de l'épurateur Schlichter.

Le nettoyage se fait à la pelle ou avec une drague à main en rejetant les boues en dehors des murs du bassin. Il ne faut d'ailleurs faire que les nettoyages strictement nécessaires, l'expérience ayant démontré que les dépôts boueux augmentent les effets filtrants de l'épurateur.

Dans l'appareil Schlichter la clarification et l'adoucissement de l'eau se font simultanément; les matières chimiques ne servent qu'à transformer les produits solubles en composés insolubles; ceux-ci enrobent et retiennent dans leur précipité floconneux et spongieux une abondante quantité de germes micro-organiques, puis se rassemblent par suite du tourbillonnement de l'eau dans la rigole, se laissent traverser à nouveau et servent pour ainsi dire de filtre avant d'aller se déposer dans le bassin.

On pourrait facilement interposer dans les chicanes du bassin des filtres à coke ou à sable qui purifieraient l'eau au point de vue bactériologique.

Enfin, si les besoins l'exigent, on peut adjoindre à l'appareil une disposition permettant de compléter l'aération, déjà commencée dans la rigole A, des eaux purifiées. Cette opération, en rendant l'eau complètement inodore, produit l'oxydation des matières organiques solubles ainsi que l'élimination de l'ammoniaque et la combinaison des agents caustiques avec l'acide carbonique.

SOCIÉTÉS SAVANTES ET INDUSTRIELLES

Académie des Sciences.

Séance du 6 juin 1904.

Chimie. — *Sur les alliages de l'aluminium avec le bismuth et le magnésium.* Note de M. Hector PÉCHEUX, présentée par M. J. Violle.

Poursuivant ses recherches sur les alliages de haute résistivité, l'auteur a essayé d'allier le bismuth et l'aluminium d'une part, et le magnésium et l'aluminium d'autre part. L'aluminium donne quatre alliages homogènes avec le bismuth; ces alliages sont sonores, cassants, inoxydables à l'air sec ou humide.

Avec le magnésium, l'aluminium forme cinq alliages bien définis, tous cassants, à gros grain et pouvant prendre un beau poli. Ils sont également inoxydables à l'air, à la température ordinaire.

Chimie végétale. — *Sur les variations que présente la composition des graines pendant leur maturation.* Note de M. G. ANDRÉ.

La graine, pendant sa maturation, subit des modifications graduelles qui portent sur sa teneur en eau et sur la nature et les proportions des substances salines, azotées et hydrocarbonées qu'elle renferme.

L'auteur a suivi quelques-unes de ces modifications sur des graines volumineuses (lupin blanc, haricot d'Espagne, maïs), depuis le moment où leur récolte commence à être praticable jusqu'à celui de leur maturité.

Ces expériences ont donné les résultats suivants :

La maturation d'une graine est caractérisée surtout par la transformation progressive des hydrates de carbone solubles dans l'eau, très abondants au début, en hydrates de carbone insolubles, saccharifiables par les acides étendus.

L'azote total, rapporté à cent unités sèches, augmente pendant toute la période de la maturation, mais sa proportion centésimale est plus élevée chez les graines très jeunes que chez celles qui approchent de leur maturité. La proportion centésimale des cendres totales est plus élevée chez la graine très jeune que chez celle qui approche de la maturité et dans des limites variables avec la nature de la graine elle-même.

La composition des gousses varie à peu près comme celle des graines : mais tandis que pendant la première période de maturation, les quantités d'eau contenues dans les gousses et les graines sont très voisines, pendant la seconde période les écarts s'accroissent.

A ces différences entre l'hydratation de la gousse et de la graine, dans la deuxième période, correspond un mouvement de migration très marqué chez la graine. Ainsi pour le haricot d'Espagne et le lupin l'augmentation de poids des graines est dix fois plus considérable que la perte de poids des gousses en dix-huit jours pour l'un, en vingt-cinq jours pour l'autre.

Économie rurale. — *Le sulfure de calcium contre la cuscute et autres parasites nuisibles à l'agriculture.* Note de M. F. GARRIGOU, présentée par M. Arm. Gautier.

L'application faite par l'auteur, depuis dix ans, du sulfure de calcium pour la destruction des parasites des végétaux, aurait donné les résultats suivants :

Sur les plantes maraîchères (fève, pois, haricot) envahies par une série d'insectes noirs microscopiques, le sulfure de calcium en poudre a fait table rase de toutes ces colonies envahissantes.

Il faut, avec ces légumineuses très fragiles, ne pas exagérer la quantité de sulfure insufflé pour ne pas altérer la plante elle-même.

Avec les plantes fourragères, c'est surtout contre la cuscute, qui envahit et détruit les luzernes, que le sulfure de calcium a été employé avec succès.

On peut la faire disparaître complètement en deux jours. Quelques heures après que l'on a saupoudré de sulfure, la cuscute commence à noircir en se flétrissant, et, quarante-huit heures après, surtout si le temps a été un peu humide, elle est complètement détruite. Il ne reste qu'à l'arracher au râteau. Généralement, la tache produite par cette plante envahissante disparaît, surtout si l'on a eu le soin de faire l'opération avant la fructification.

Des expériences comparatives avec le sulfate de fer, généralement préconisé pour cet usage, indiqueraient une supériorité marquée et durable du sulfure de calcium.

En ce qui concerne les plantes d'agrément, le sulfure de calcium, insufflé sur les branches jeunes et sur les boutons de roses avec quelque persistance, détruit également les pucerons en quelques heures. Les roses restent intactes.

Une condition est nécessaire pour que le sulfure de calcium ait toute son activité : c'est que le temps soit humide ou que l'on humecte légèrement la poudre après qu'on l'a insufflée. Dans ces conditions, l'acide sulfhydrique se dégage, et c'est lui principalement qui tue les parasites, soit animaux, soit végétaux.

Electricité. — *Sur les formes de l'éclairage de haute fréquence entre fils de platine de faible diamètre.* Note de MM. André BROCA et TURCHINI, présentée par M. Becquerel.

Les auteurs appellent l'attention sur quelques phénomènes relatifs à la décharge électrique de haute fréquence quand on ajoute des self-inductions notables sur le circuit des condensateurs, et qui montrent que la nature des phénomènes de décharge dans l'air peut être extrêmement variable et apporter des perturbations profondes dans les propriétés électriques des circuits de haute fréquence.

Physiologie. — *Effets du chromatisme de l'œil dans la vision des couleurs.* Note de M. A. POLACK, présentée par M. Becquerel.

Cette note a pour objet d'étudier les modifications apportées à la vision des couleurs complexes par les divers états dioptriques de l'œil.

Pour se rendre compte de ces diverses modifications, il suffit d'examiner à distance les différentes couleurs d'une échelle chromométrique ordinaire, en faisant varier la réfraction de l'œil soit par l'accommodation, si l'on en est maître, soit au moyen de verres.

Les résultats sont différents selon que les couleurs sont observées sur fond blanc ou sur fond noir; ils s'expliquent par l'aberration chromatique. Il en résulte, comme l'expérience le prouve, que, par un emploi judicieux de l'œil, on peut se servir de l'aberration chromatique pour obtenir des impressions de couleur plus franche, surtout s'il s'agit de mélanges lavés de blanc.

Physiologie expérimentale. — *La respiration dans une atmosphère dont l'oxygène est considérablement raréfié n'est accompagnée d'aucune modification des combustions intraorganiques évaluées d'après les échanges respiratoires.* Note de M. J. TISSOT, présentée par M. Chauveau.

Ce travail a pour but, en éliminant l'influence de la dépression barométrique, d'étudier l'action de la diminution de tension de l'oxygène atmosphérique sur l'organisme.

La ventilation pulmonaire ne commence à subir d'augmentation qu'à partir du moment où la proportion d'oxygène dans l'air inspiré tombe au-dessous de 11 % (altitude équivalente, 5 000 mètres).

Physique. — I. — *Sur la propriété que possèdent un grand nombre de corps de projeter spontanément et continuellement une émission pesante.* Note de M. R. BLONDLOT.

L'auteur expose les faits qui l'amènent à considérer comme très vraisemblable l'hypothèse d'une projection de matière pesante par un grand nombre de substances.

II. — *Contributions à l'étude des rayons N et N₁.* Note de M. Jean BECQUEREL, présentée par M. Henri Becquerel.

Les phénomènes suivants sont successivement étudiés dans cette note :

Émission de rayons N et N₁ accompagnant les contractions et dilatations produites par les changements de température;

Dégagement simultané de rayons N et N₁ par les larmes bataviques;

Action des vapeurs d'alcool sur les sources de rayons Blondlot et sur les métaux.

III. — *Action des sources de rayons N sur l'eau pure.* Note de M. Julien MEYER, présentée par M. Mascart.

On sait que les rayons N issus de l'acier trempé ne sont pas arrêtés par le papier mouillé. Dans le but de rechercher si ces rayons traversent de l'eau pure sous une grande épaisseur, l'auteur a fait des expériences qui permettent de conclure que l'eau pure soumise à l'action d'une source de rayons N devient elle-même une source de rayons N₁.

A. B.

BIBLIOGRAPHIE

Revue des principales publications techniques.

AGRICULTURE

Le Congrès des Caisses de crédit mutuel agricole de Montpellier. — Dans une communication à la *Société nationale d'Agriculture* (Bulletin de mars 1904), M. BÉNARD rend compte des principales questions qui ont été traitées par le Congrès des Caisses régionales et locales de crédit agricole du Midi, tenu à Montpellier en novembre dernier.

Il rappelle brièvement l'état actuel de cette récente institution : Au 15 juillet 1903, il existait en France 47 caisses régionales et environ 900 caisses locales; l'allocation qui leur est attribuée par l'État s'élève actuellement à 10 millions; les sommes et redevances versées à ce jour pour la dotation du crédit agricole, jointes à l'avance de 40 millions consentie lors du renouvellement du privilège de la Banque de France, donnent un total de 60 millions, sur lesquels 10 millions seulement ont été dépensés. Le contraste de ces chiffres montre que nos populations rurales n'ont pas toutes encore pénétré le sens exact des nouvelles conditions de la vie économique.

Il n'en est pas de même à l'étranger : l'Allemagne tient la tête du mouvement avec 9 000 sociétés comprenant 700 000 membres et faisant un chiffre d'affaires annuel de 1 600 millions de francs; l'Autriche, la Hongrie, l'Italie, etc. viennent ensuite avec des banques dont les organisations diverses ont su se plier au caractère et aux besoins des populations.

Le Congrès de Montpellier a justement défini les précautions qui doivent entourer la création des banques agricoles. L'une des questions les plus intéressantes qui y aient été traitées est celle relative au concours que devraient apporter au crédit agricole les caisses d'épargne qui, chez tous nos voisins, l'ont créé. On y a examiné également les services que peuvent rendre les caisses de crédit en concourant au développement des sociétés coopératives de production et de vente, ainsi qu'à la création et au fonctionnement des assurances mutuelles contre l'incendie, la grêle, la mortalité du bétail, etc.

Le Congrès a été unanime pour repousser le projet d'incorporation aux recettes du budget des avances et des annuités de la Banque de France et pour demander le dépôt de ces sommes à la Caisse des dépôts et consignations. Il a été d'avis de prolonger de cinq à dix ans la période des prêts.

L'auteur émet le vœu que, par des conférences, les cultivateurs soient éclairés sur le but des sociétés de crédit agricole et sur les moyens d'utiliser les puissantes réserves mises à leur disposition par le Gouvernement. Le crédit agricole jouit, en effet, en France, d'une situation exceptionnelle dont il serait coupable de ne pas profiter, l'État versant chez nous quatre fois le montant des sommes versées sans exiger d'intérêt.

CHEMINS DE FER

Essai des locomotives à l'Exposition de Saint-Louis. — Une installation très complète, destinée à faire, sur les locomotives, tous les essais susceptibles de renseigner sur leur valeur pratique, vient d'être faite, à l'Exposition de Saint-Louis, par les soins de la Compagnie Pennsylvania Railroad. Cette administration fournit, en outre, toutes les matières de consommation, ainsi qu'un personnel choisi d'expérimentateurs, dirigé par le professeur Goss, de l'Université de Purdue.

Les détails de cet intéressant laboratoire, ainsi que le programme des expériences qui y seront effectuées, ont été donnés dans l'*Organ für die Fortschritte des Eisenbahnwesens* (n° 4 de 1904). Les locomotives soumises aux essais reposeront, par leurs roues motrices, sur des galets placés dans des fosses, et munis de puissants freins à friction. Un dynamomètre de 36 tonnes, accouplé à l'appareil de traction, servira à mesurer les efforts. Le fonctionnement de chaque machine sera observé aux points de vue de la puissance et de l'économie. Les efforts de traction, la production de la chaudière, seront estimés dans les conditions les plus variables de degrés d'admission et de vitesses.

En ce qui concerne les locomotives compound, des observations particulières auront lieu pour déterminer l'influence, sur le travail développé, du rap-

port entre les degrés d'admission dans les deux cylindres. On pourra procéder enfin à la mesure des mouvements parasites et en déduire les meilleures règles relatives à l'équilibrage des masses mobiles.

Dans tous les essais effectués, on aura le soin de séparer les parts respectivement afférentes à la chaudière et à la machine proprement dite dans le développement de la puissance, afin de pouvoir mieux déterminer les meilleures proportions à adopter dans chaque cas. Les résultats qui seront tirés de ces expériences contribueront certainement à faire progresser l'industrie des locomotives, en fixant les conditions d'établissement les plus rationnelles.

CHIMIE INDUSTRIELLE

La fabrique de pâte à papier de Sandy-Hill (État de New-York). — Cette fabrique, qui est de construction toute récente, est décrite dans l'*Engineering Record*, du 30 avril. Elle est établie sur le bord de la rivière Hudson dont les eaux sont utilisées à la production de force motrice. On y fabrique de la pulpe par le procédé au bisulfite de calcium; cette pulpe est expédiée ensuite dans plusieurs usines annexes qui fabriquent du papier d'emballage et des sacs.

La puissance totale de la machinerie de cette installation est de 3 600 chevaux hydrauliques, plus 1 000 kilowatts auxiliaires fournis par des moteurs à vapeur au cas où la force hydraulique ne peut pas être utilisée.

L'auteur décrit les différents ateliers et les opérations : préparation des copeaux de bois provenant de bois en grume amenés par flottage et sciés immédiatement en bûches de 0^m 60 avant d'être emmagasinés et débités; fabrication de l'acide sulfureux et du bisulfite à l'aide de déchets de marbre; digestion, lavage, criblage, séchage et emmagasinage de la pulpe ainsi préparée.

Les déchets de bois, nœuds, écorces sont recueillis, desséchés et brûlés dans des foyers spéciaux; des précautions sont prises pour que la manutention de la pulpe qui sort des digesteurs, et qui est fortement imprégnée de gaz sulfureux, ne dégage aucune mauvaise odeur. Pour cela, le transvasement et le lavage se font sous pression dans des récipients clos ne communiquant avec l'extérieur que par des conduits toujours pleins de liquides et allant directement à la rivière.

CONSTRUCTIONS CIVILES

Maisons d'habitation à Stuttgart (Wurtemberg). — Le *Zentralblatt der Bauverwaltung*, des 14 et 21 mai, décrit un certain nombre de maisons d'habitation et de villas récemment construites à Stuttgart ou aux environs; il en reproduit les photographies et les plans d'ensemble.

La sécurité dans les théâtres. — La *Zeitschrift des Oesterreichischen Ingenieur-Vereines*, du 20 mai, reproduit une conférence de M. HELMER sur la sécurité dans les théâtres. L'auteur y passe en revue les dispositions d'ensemble de quelques grands théâtres dans chaque pays important et fait ressortir leur insuffisance notoire; toutefois, suivant lui, les théâtres construits récemment en Allemagne et en Autriche sont très supérieurs aux autres à ce point de vue. Il analyse un projet de théâtre construit sur de nouveaux principes, projet dû à M. Streit, et dont il reproduit le plan et la coupe.

Ce serait un édifice disposé comme les arènes antiques, mais couvert, et dont une moitié seulement serait pourvue d'amphithéâtres, l'autre moitié étant réservée à la scène et à ses dépendances.

ÉLECTRICITÉ

Courbe de puissance. — La courbe représentative de la puissance d'un courant alternatif sinusoïdal est une sinusoïde de fréquence double de celle du courant. A la suite d'une démonstration de cette proposition, donnée par M. BERRY dans l'*Electrical World*, du 30 janvier, le même journal reproduit, dans son numéro du 16 avril, cinq autres démonstrations qui lui sont communiquées par divers lecteurs, et parmi lesquelles deux sont basées sur l'emploi de l'algèbre élémentaire.

HYGIÈNE

Extension du système d'égouts à Brooklyn. — Le développement rapide de certaines parties de New-York et de ses faubourgs, dans lesquelles des

quartiers entiers ont été bâtis en quelques années, oblige à remanier l'ancien réseau d'égouts, ou à construire entièrement un nouveau système d'égouts collecteurs ou affluents. L'*Engineering Record*, des 16 et 23 avril, décrit la construction d'une partie de ces nouveaux égouts, celle qui concerne Brooklyn.

La pente et les dimensions ont été données de façon que tous les conduits soient remplis aux deux tiers quand ils fonctionneront avec le débit maximum, et pour que la vitesse du courant soit comprise entre les limites inférieure et supérieure de 0^m 90 et de 3^m 60 par seconde.

Pour les égouts collecteurs, la profondeur de la tranchée au fond de laquelle ils ont été construits est comprise entre 2^m 50 et 8^m 25 au-dessous du niveau de la rue.

Des causes qui produisent la coloration des eaux potables et des moyens de la faire disparaître. — La plupart des eaux de surface sont colorées, généralement en brun, par suite de la dissolution de produits organiques provenant de l'altération, dans certaines conditions, de matières végétales.

Ce sont ces conditions qu'étudie M. E. G. HOPSON dans l'*Engineering News*, du 28 avril, en prenant plus spécialement comme sujet les eaux du service métropolitain de Massachusetts.

L'auteur montre d'abord comment varie la coloration avec la hauteur d'eau de pluie tombée et comment se prend la coloration par suite du séjour de l'eau de ruissellement dans les régions aérées et humides des terrains dont les plantes sont soumises à la transformation tourbeuse. La couleur, dans ces conditions, peut être très grande sans être une preuve d'insalubrité, et faire rejeter à tort par le consommateur une eau parfaitement potable quoique lui inspirant une très grande répulsion; les moyens qui ont été indiqués pour faire disparaître cette coloration sont insuffisants ou inefficaces; le seul qui soit économique et pratique, et encore est-il bien imparfait, c'est l'exposition à l'air et à la lumière, lesquels agissent concurremment pour produire l'oxydation de la matière colorante à l'état de sels minéraux fixes et incolores.

Ce moyen nécessite la création de réservoirs et de bassins peu profonds, nombreux ou très étendus; la dépense à laquelle elle entraîne n'étant pas en rapport avec les résultats obtenus, l'auteur pense qu'il est préférable de s'adresser à la cause même et, si cela est possible, d'empêcher la coloration de se produire. La méthode consiste à étudier soigneusement la région drainée et à creuser des fossés de façon à empêcher le contact des eaux de ruissellement et de surface avec les parties sujettes à la transformation tourbeuse, laquelle est d'ailleurs ainsi notablement diminuée.

L'auteur donne comme exemple ce qui a été fait dans l'État de Massachusetts.

MATÉRIAUX DE CONSTRUCTION

Le béton armé, du système « Ferro inclave ». — M. GRUNER décrit, dans le *Zentralblatt der Bauverwaltung*, du 18 mai, un système de béton armé employé en Amérique, et qui consiste en tôle ondulée dont les deux faces sont emprisonnées dans des revêtements de mortier de ciment. La surface de la tôle, qui reste plane dans le cas d'un plancher, est cintrée ou pliée suivant la section des ouvrages; par exemple, cintrée en forme de cylindre pour la confection d'une colonne, ou pliée suivant une série d'angles droits pour constituer les marches d'un escalier.

Les ondes de la tôle présentent une section en forme de queue d'aronde, qui emprisonne le mortier et le retient adhérent à la tôle. Ce type de béton armé a reçu le nom de « Ferro inclave ».

MÉCANIQUE

Machine à fabriquer les chaînes Galle. — L'*Iron Age* décrit, dans le numéro du 12 mai, une machine à fabriquer des chaînes Galle en une seule passe à partir d'un ruban d'acier. Cette machine est construite par la Locke Steel Belt Co. Le procédé n'est pas nouveau, aussi l'intérêt de la machine est-il surtout dans quelques détails ayant eu pour effet d'améliorer le rendement mécanique et la puissance de cette machine, tout en utilisant la totalité du métal du ruban et sans faire de fausses coupes.

Cette machine peut traiter des bandes d'acier de dimensions différentes ayant jusqu'à 8 millimètres

d'épaisseur et 75 millimètres de largeur. Dans ces conditions, elle fait de 15 000 à 25 000 maillons par journée de dix heures. Pour les petites dimensions, elle peut aller jusqu'à 60 maillons par minute. A cette machine est adjointe une bobine sur laquelle s'enroule automatiquement la chaîne terminée et dont la marche normale contribue pour une très grande part au bon fonctionnement du mécanisme de fabrication.

Diagrammes de moteurs à pétrole à grande vitesse. — L'*Automotor Journal*, du 14 mai, reproduit un mémoire lu le 14 mai par M. H. L. CALLENDER devant l'Autocycle Club, et relatif à diverses expériences faites sur un moteur à ailettes (alésage 60, course 702) à l'aide d'un manographe Hospitalier-Carpentier, modifié pour en augmenter la précision. Les modifications consistaient dans le raccourcissement du tuyau de communication entre le cylindre et l'appareil, dans l'addition d'un amortisseur dans ce tuyau pour éviter la résonance, et dans l'emploi d'une commande rigide à la place de l'arbre flexible.

Le mémoire est accompagné de huit séries de diagrammes relevés dans des conditions diverses.

L'auteur termine par quelques considérations sur les défauts du moteur : le défaut principal du moteur à ailettes est l'échauffement, et deux diagrammes relevés, l'un à chaud, l'autre à froid, font nettement ressortir la réduction de puissance due, à chaud, à la plus haute pression de compression et la plus basse pression explosive. Aux grandes vitesses l'allumage est souvent irrégulier, et les diagrammes successifs dissemblables.

Les fuites causent une forte diminution de puissance; elles se traduisent par une boucle à la fin de la compression, sur un diagramme relevé avec du retard à l'allumage. La contre-pression ne cause une perte sérieuse qu'en cas d'étranglement important. L'omission du pot d'échappement peut causer indirectement une augmentation de puissance par une détente plus rapide des gaz d'échappement et, par suite, un moindre échauffement du cylindre.

La tension du ressort de la soupape d'admission automatique joue un rôle important; les ressorts faibles donnent plus de puissance aux faibles vitesses, mais ne ferment pas assez vite aux grandes vitesses. Un dispositif pour varier cette tension est très utile et remplace dans une certaine mesure la valve d'étranglement. La perte de charge dans les carburateurs à pulvérisation joue un grand rôle dans la réduction de puissance aux grandes vitesses.

MÉTALLURGIE

La résistance des métaux à l'action de l'eau de mer. — Le *Stahl und Eisen*, des 15 mai et 1^{er} juin, publie une série d'expériences de M. DIEGEL, sur la corrosion des métaux dans l'eau de mer.

Ces recherches ont porté sur de nombreuses éprouvettes en forme de lames, en cuivre, en fer, en alliages de cuivre et nickel, en bronze, etc., rivées au bord inférieur de plaques d'autres métaux ou alliages. Le tout était immergé dans le port de Kiel pendant plusieurs mois.

De nombreuses photographies et des tableaux de résultats montrent l'état de corrosion produit par un séjour plus ou moins long dans l'eau de mer, pour chaque métal. Les résultats sont généralement exprimés en perte de poids par décimètre carré de surface immergée.

L'auteur étudie notamment l'influence de la teneur en nickel, dans les alliages cuivre-nickel, ou cuivre-zinc-nickel, l'influence de la pureté du cuivre, de son écrouissage, du travail à chaud ou à froid qu'il a subi, l'influence du nickel et du phosphore en présence du fer, etc., sur la résistance à la corrosion.

Extraction du cuivre aux mines de Rio-Tinto. — L'*Engineering and Mining*, du 21 avril, donne un extrait d'un mémoire de M. C. HONES sur le traitement par voie humide des minerais de cuivre pauvres de Rio-Tinto.

Le traitement est pratiqué depuis longtemps déjà, mais la théorie n'en a jamais été donnée très exactement, et il est difficile de se rendre compte de la marche des différentes opérations. Le contrôle est d'ailleurs d'autant plus difficile à exercer que les opérations s'enchaînent et se poursuivent sur une série de plusieurs années et dépendent en majeure partie des conditions atmosphériques. La première opération consiste en une exposition à l'air du minerai disposé en tas, pendant laquelle l'oxygène et l'humidité de l'air font passer les sulfures de fer et de cuivre à l'état de sulfates solubles. Un lessivage du minerai oxydé permet ensuite d'extraire ces sul-

fates et il suffit de traiter la liqueur par des riblons de fer pour en précipiter tout le cuivre à l'état métallique.

L'auteur montre d'abord que la durée de l'attaque du cuivre dépend surtout de la forme chimique sous laquelle il entre dans ce minerai; puis il établit les différentes réactions qui se produisent au cours de l'oxydation et les justifie par les analyses qu'il a faites. Il montre en particulier que la dernière opération, précipitation par le fer du cuivre dissous sous forme de sulfate, peut être conduite très soigneusement en suivant, par l'analyse au laboratoire, la concentration et l'acidité des liqueurs à l'entrée et à la sortie des cuves de précipitation.

Recherches sur les propriétés de la fonte. — *Le Stahl und Eisen*, du 1^{er} avril, résume une conférence de M. OUTERBRIDGE à la section de métallurgie de l'Institut Franklin (le 7 janvier dernier), sur de nouvelles recherches relatives à la constitution et aux propriétés de la fonte.

PHYSIQUE INDUSTRIELLE

L'utilisation de la chaleur contenue dans la vapeur. — Dans une conférence faite à la *Société Industrielle de Rouen* (Bulletin de janvier et février 1904), M. G. MARÉCHAL, Ingénieur en chef de l'Association normande des propriétaires d'appareils à vapeur, examine l'utilisation et la production de la force motrice. L'auteur ne considère que les perfectionnements récents apportés aux moteurs thermiques pour en améliorer le rendement et envisage d'abord comment les calories développées dans le foyer de la chaudière se répartissent et quelle en est, dans la généralité des cas, la proportion réellement utilisée.

Avec les installations les plus récentes, on perd, dans la machine à condensation, 59 % de la chaleur totale développée s'en allant au condenseur et, dans la machine à échappement, 63,6 % de cette chaleur totale qui est rejetée dans l'atmosphère. La chaleur perdue par le rayonnement des chaudières et des machines, ainsi que celle emportée par les produits de la combustion atteint, dans les deux cas, 25 % de la chaleur totale.

M. Maréchal fait remarquer que ce sont seulement les calories perdues au condenseur ou dans l'atmosphère qu'il était intéressant de chercher à utiliser, soit en apportant à la machine à vapeur elle-même de nouveaux et importants perfectionnements, soit en cherchant à employer ailleurs les calories rejetées dehors avec l'eau de condensation ou directement dans l'atmosphère. Il passe ensuite successivement en revue les trois moyens qui ont été mis en œuvre, jusqu'à ce jour, pour arriver à ce résultat : machines à vapeurs combinées, perfectionnements de la machine à vapeur, emploi de la surchauffe.

La chaleur spécifique de la vapeur surchauffée. — M. LORENZ rend compte, dans la *Zeitschrift des Vereines deutscher Ingenieure*, du 14 mai, de recherches entreprises à l'Institut de physique de Göttingue, pour la détermination de la chaleur spécifique de la vapeur surchauffée à différentes températures.

La vapeur, après son passage dans un séparateur d'eau et un réducteur de pression, traverse un surchauffeur en serpent, chauffé par des becs de gaz, et pénètre dans un calorimètre isolé du surchauffeur par plusieurs cloisons de protection. Ce calorimètre comporte une enceinte intérieure, où se trouve le serpent parcouru par la vapeur, puis des enveloppes isolantes et une circulation d'eau. La vapeur est ensuite condensée dans un récipient refroidi par un courant d'eau.

Des thermomètres intercalés dans chaque région des appareils donnent la température de l'eau et de la vapeur.

L'auteur donne les résultats de ces expériences, groupés dans un tableau. La valeur moyenne de la chaleur spécifique déterminée varie de 0,622 (vapeur à 207 degrés et à 6^{me} 8) à 0,492 (vapeur à 294 degrés et 11^{me} 9).

TÉLÉGRAPHIE

Le câble sous-marin de San Francisco à Manille. — La *Schweizerische Bauzeitung*, du 4 juin, fait remarquer que la pose du câble sous-marin qui réunit San Francisco à Manille a duré presque toute l'année 1903. Jusqu'à Honolulu, à partir de San Francisco, on a immergé 420 kilom. de câble à la profon-

deur moyenne de 4 500 mètres et maximum de 5 600 mètres. De là, une section de 2 320 kilom. atteint les îles Midway, par des fonds de 3 600 mètres, et une autre, de 4 650 kilom., se dirige sur Guam avec des fonds moyens de 4 900 mètres, allant exceptionnellement jusqu'à 9 000 mètres. Enfin, de Guam à Manille (2 760 kilom.), on trouve des profondeurs moyennes de 4 000 mètres, allant jusqu'à 6 300 mètres. Au total, 14 140 kilom. de câble.

Mais les dépêches américaines, qui précédemment, à partir de Washington, par exemple, passaient par New-York, les Açores, Lisbonne, Gibraltar, Malte, Alexandrie, Aden, Bombay, Madras, Singapour, Saigon et Hong-Kong, avant d'arriver à Manille, avec quinze transmissions intermédiaires, bénéficient depuis lors d'une remarquable réduction de trajet et de délai.

TRAVAUX PUBLICS

La canalisation de la Moselle et de la Sarre. — Les chambres de commerce de Sarrebrück, Trèves et Coblenz ont adressé au Parlement, le 6 mai dernier, un mémoire insistant sur la nécessité d'entreprendre enfin la canalisation de la Moselle et de la Sarre, qui doit apporter de précieuses améliorations au transport du coke, du minerai et de la fonte. Le prix élevé de ces transports, qui rentre, en Allemagne, pour 28 à 30 % dans le prix de revient de la fonte, grève lourdement l'industrie sidérurgique, surtout en comparaison des bas prix usités aux États-Unis : 3,7 pfennigs, en moyenne, en Prusse, contre 1,55 pfennig en Amérique.

Les assemblées précitées, après avoir signalé certains avantages politiques et stratégiques de ces travaux, et rappelé qu'ils ne présentent pas de difficultés spéciales, approfondissent la question des dépenses (quatre millions et demi de marks, par an, au total pour l'amortissement et l'entretien) et des recettes à prévoir, en escomptant un péage de 0,25 pfennig par tonne-kilomètre. Ces évaluations sont tout en faveur de la canalisation. De leur côté, le gouvernement et les industriels du Luxembourg en désirent l'exécution. *Le Stahl und Eisen*, du 15 mai, reproduit ce mémoire.

DIVERS

Moyens utilisés pour le transport du minerai de fer, aux États-Unis. — Tous les ans, 25 millions de tonnes de minerai de fer sont transportés des mines situées sur la rive nord-ouest du Lac Supérieur aux hauts fourneaux de Pittsburg; ce transport est fait par des moyens très perfectionnés et économiques que M. Charles H. WRIGHT passe en revue dans l'*Engineering News*, du 5 mai, et dont il recommande l'étude comme une de celles où l'on peut le mieux constater les grands progrès faits pendant ces dernières années dans l'art de l'Ingénieur.

La majorité des mines sont situées au plus à 160 kilom. du rivage; elles expédient leurs minerais par voie ferrée jusqu'au lac. Au bord du lac sont disposés des appontements le long desquels les chalands viennent accoster.

Les wagons qui transportent le minerai sont généralement de modèle spécial; ils passent sur ces appontements et sont déchargés dans des trémies se déversant elles-mêmes dans les chalands au moyen de nombreux plans inclinés. Le chargement d'un bateau de 8 000 tonnes peut se faire en deux heures et demie et on a pu quelquefois, dans une seule journée, charger jusqu'à 50 000 tonnes de minerai.

Le déchargement des bateaux se fait au moyen d'appareils de formes extrêmement variées qui sont passés successivement en revue : ponts roulants à tablier fixe et à chariot mobile, transporteurs ayant une sorte de long tablier à inclinaison variable, grues à volée mobile, etc. Généralement, ces appareils sont munis d'augets de forme spéciale qui se chargent automatiquement dans le chaland sans nécessiter aucun pelletage.

Pour faciliter ce travail, les chalands qui sont tout en fer ont reçu une forme et des dispositions spéciales; leur pont est formé de panneaux mobiles qui en occupent presque toute la surface; quand ceux-ci sont enlevés il ne reste que les séparations transversales ou cadres sur lesquels reposaient ces panneaux; chaque panneau laisse une ouverture libre de 3^m 50 de largeur sur 11 mètres de longueur.

Les grands chalands, qui ont jusqu'à 175 mètres de longueur et 18^m 65 de largeur, présentent ainsi, placés jointivement, 30 à 36 panneaux par lesquels le déchargement peut se faire simultanément.

Ouvrages récemment parus.

Essais industriels des machines électriques et des groupes électrogènes, par F. LOPPÉ, Ingénieur des Arts et Manufactures. — Un volume grand in-8^o de 284 pages, avec 129 figures. — Gauthier-Villars, éditeur, Paris, 1904. — Prix : 8 francs.

Ce volume est la reproduction des conférences que M. F. Loppé fait depuis plusieurs années à l'École supérieure d'Électricité de Paris.

Comme l'étude des appareils de mesure, des quantités électriques et de la puissance mécanique fait partie d'autres cours professés à cette même École, l'auteur se borne à quelques indications relatives à leur montage. Par contre, il donne des renseignements détaillés pour la construction et l'emploi d'appareils nécessaires, dans certains cas, pour absorber l'énergie électrique.

Il traite successivement de l'organisation et de la conduite des essais, des méthodes générales; puis il étudie en détail les essais des dynamos, des alternateurs, des groupes électrogènes, etc.

L'ouvrage se termine par la reproduction des règlements actuellement en vigueur pour les essais des machines et par les conditions à imposer aux constructeurs, adoptés par la Société des Ingénieurs électriciens américains, par la Société Electrotechnique allemande et par l'Association française des Propriétaires d'appareils à vapeur : ces règlements peuvent servir à la rédaction de cahiers des charges pour la commande et la réception de machines électriques.

Les roues dentées (notions théoriques et tracés pratiques) par A. JULY, inspecteur de l'enseignement manuel dans les écoles de la Ville de Paris. — Un volume in-8^o de 150 pages, avec 90 figures et 5 planches hors texte. — Bernard, éditeur, Paris, 1904. — Prix : 4 francs.

Dans cet ouvrage, où se trouvent reproduites les leçons de l'auteur dans les cours techniques municipaux, les mécaniciens pourront trouver, sous une forme simple, l'exposé des propriétés géométriques des engrenages usuels (engrenages droits, à denture extérieure ou intérieure, roues d'angles, roues et vis sans fin, roues droites à denture hélicoïdale, trains de roues dentées), ainsi que la manière de les tracer et quelques indications sur l'outillage de fraises qui permet de les exécuter.

Conseil Supérieur du Travail. (Compte rendu de la 12^e session, novembre 1903.) — Un volume in-4^o de 225 pages. — Imprimerie nationale, Paris, 1904.

Ce compte rendu, publié par les soins du Ministère du Commerce et de l'Industrie, contient notamment les débats relatifs : à l'intervention des Pouvoirs publics en faveur des caisses de chômage; à la réglementation du travail dans les entreprises de transport; au délai-congé.

Le Conseil supérieur émet des vœux favorables aux caisses de secours contre le chômage, désirant qu'elles soient subventionnées par les collectivités locales ou par l'État, et exprime l'avis qu'il y a lieu d'étudier un régime législatif pour les assurances contre le chômage.

En ce qui concerne les entreprises de transport, il demande, en principe, l'interdiction aux concessionnaires de sous-traiter, et l'introduction d'une réglementation du travail dans les cahiers des charges.

Enfin, considérant que le délai-congé est d'un usage général, et utile aux deux parties, il émet le vœu que les conventions contraires à cet usage soient déclarées illicites et nulles.

Port de Bordeaux. — Un volume in-8^o de 110 pages. — Delmas, imprimeur, Bordeaux, 1904.

La Chambre de Commerce de Bordeaux vient de publier une intéressante brochure abondamment illustrée et contenant de nombreux renseignements sur ce port : conditions d'accès, outillage, règlements et tarifs, etc.

Le Gérant : H. AVOIRON.

LE GÉNIE CIVIL

REVUE GÉNÉRALE HEBDOMADAIRE DES INDUSTRIES FRANÇAISES ET ÉTRANGÈRES

Prix de l'abonnement par an. — Paris : 36 francs; — Départements : 38 francs; — Étranger et Colonies : 45 francs. — Le numéro : 1 franc.

Administration et Rédaction : 6, rue de la Chaussée-d'Antin, Paris.

SOMMAIRE. — **Mécanique** : Machine universelle d'essais de 300 tonnes du Laboratoire d'essais du Conservatoire des Arts et Métiers, p. 137; Pierre BREUIL. — **Construction des machines** : Les bicyclettes. Les changements de vitesse. Le rétropédalage (*suite et fin*), p. 141; Carlo BOURLET. — **Chemins de fer** : Locomotive-tender à sept essieux pour chemins de fer de montagne (*planche X*), p. 145. — **Métallurgie** : Fabrication d'aciers au nickel avec une pyrite magnétique cupronickelifère, p. 146. — **Variétés** : Empennage

des carènes des ballons dirigeables, p. 148; — Treuil électrique de mines p. 149; — Grille à lames de persiennes et à soufflerie de vapeur, p. 149; — Barrage-réservoir François-Joseph pour l'alimentation de la ville de Komotau (Bohème), p. 150.

SOCIÉTÉS SAVANTES ET INDUSTRIELLES : Société des Ingénieurs civils (17 juin 1904), p. 151; — Académie des Sciences (20 juin 1904), p. 151. — BIBLIOGRAPHIE : Ouvrages récemment parus, p. 152.

Planche X : Locomotive-tender à sept essieux pour chemins de fer de montagne.

Supplément : REVUE DES PRINCIPALES PUBLICATIONS TECHNIQUES, p. 153.

MÉCANIQUE

MACHINE UNIVERSELLE D'ESSAIS DE 300 TONNES

du Laboratoire d'essais
du Conservatoire des Arts et Métiers.

Nous n'avions pu, l'année dernière, dans notre description de la

Aujourd'hui, nous sommes en mesure d'en faire connaître les organes essentiels et le fonctionnement à propos duquel nous n'entrerons que dans les détails indispensables⁽¹⁾.

Cette machine (fig. 1 à 8) a été inaugurée le 16 juin dernier, en présence de M. Bouquet, Conseiller d'État, Directeur de l'Enseignement technique au Ministère du Commerce, dans une séance publique au cours de laquelle des allocutions ont été prononcées par MM. Chandéze, Directeur du Conservatoire des Arts et Métiers, et Michel Lévy, Président de la Commission technique du Laboratoire, auxquels

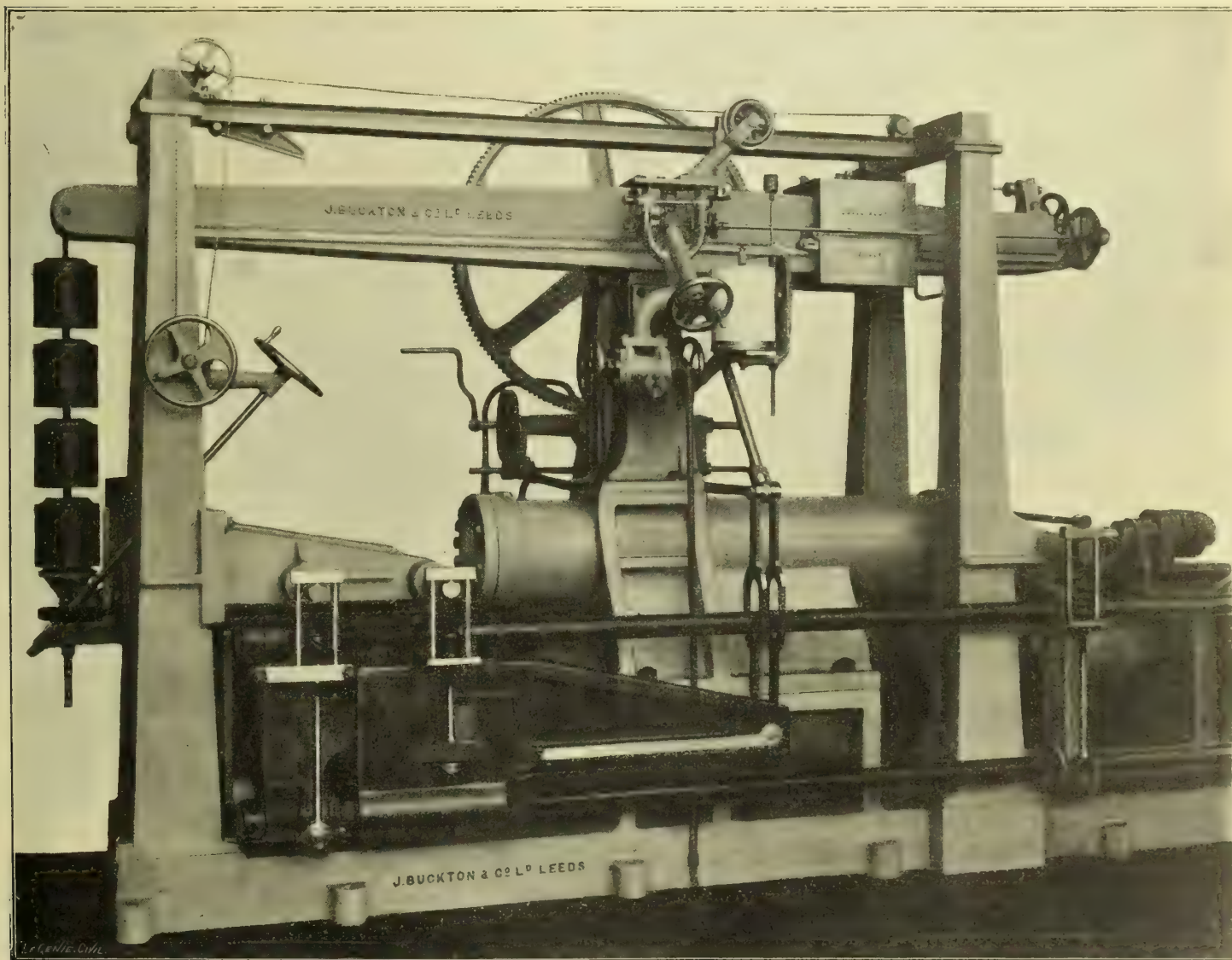


FIG. 1. — MACHINE UNIVERSELLE D'ESSAIS DU CONSERVATOIRE DES ARTS ET MÉTIERS : Vue du cylindre hydraulique et de la balance.

section des métaux du Laboratoire du Conservatoire publiée dans le *Génie Civil*⁽¹⁾ que signaler la machine universelle d'essais de 300 tonnes.

M. Bouquet a répondu. Puis M. Pérot, Directeur du Laboratoire, a présenté la machine au public très nombreux d'ingénieurs, d'indus

(1) Voir le *Génie Civil*, t. XLIII, n° 49, p. 289; n° 20, p. 305, et n° 21, p. 324.

Une étude détaillée de cette machine paraîtra dans le *Bulletin du Laboratoire des Essais*.

triels et de savants qui l'entouraient. On a ensuite rompu par traction un barreau méplat de 100 millimètres $\times$ 35 millimètres, en acier dur, que le Directeur des usines de Montluçon, M. Charpy, avait bien voulu mettre à notre disposition. Ce barreau s'est rompu à 231 tonnes avec un bruit qu'on n'a pas l'habitude d'entendre dans l'expérimentation des métaux. Puis une grande poutre en ciment armé, de 80 centimètres de largeur sur 30 d'épaisseur, a été rompue par flexion sur une portée de 5 mètres.

La machine, installée dans la grande salle du Laboratoire, se distingue d'abord par ses grandes proportions; elle n'a pas moins de 39 mètres de longueur et pèse 120 tonnes. Quelques Ingénieurs, séduits par la facilité, la simplicité *apparentes* des essais sur témoins minuscules prélevés au hasard de l'inspiration dans les matériaux bruts, pourront se montrer un peu sceptiques au sujet des services que rendra cette machine; mais nous espérons que la majorité reconnaîtra, avec nous, l'importance de machines de ce genre et appréciera l'heureuse décision prise par notre Commission technique, notre Conseil

leur que nous avons déjà décrit⁽¹⁾. Cette eau afflue dans le cylindre au moyen de robinets à pointeaux ayant une lumière de 25 millimètres de diamètre. Le piston, qui traverse un cuir embouti, est recouvert d'une couche de cuivre déposée par électrolyse, dans le but d'éviter la rouille dont un piston en acier ne peut être défendu. C'est un point important, dont l'heureuse solution est due au professeur Martens; on peut ainsi conserver une étanchéité presque absolue. Ainsi, nous avons vérifié, en donnant à une barrette d'acier une tension de 32 tonnes, un soir, que le lendemain matin elle avait encore une tension de 30 tonnes; les fuites par le piston étaient donc imperceptibles, et la machine peut être, sans difficulté, utilisée aux mesures délicates d'élasticité.

Bâti mobile. — Le gros piston pousse sur le bâti de la machine qui, comme nous l'avons dit plus haut, est mobile. Il glisse en effet sur des rouleaux qui se déplacent sur des plaques de base en fonte, scellées dans des massifs de béton. Ces plaques de base portent latéralement

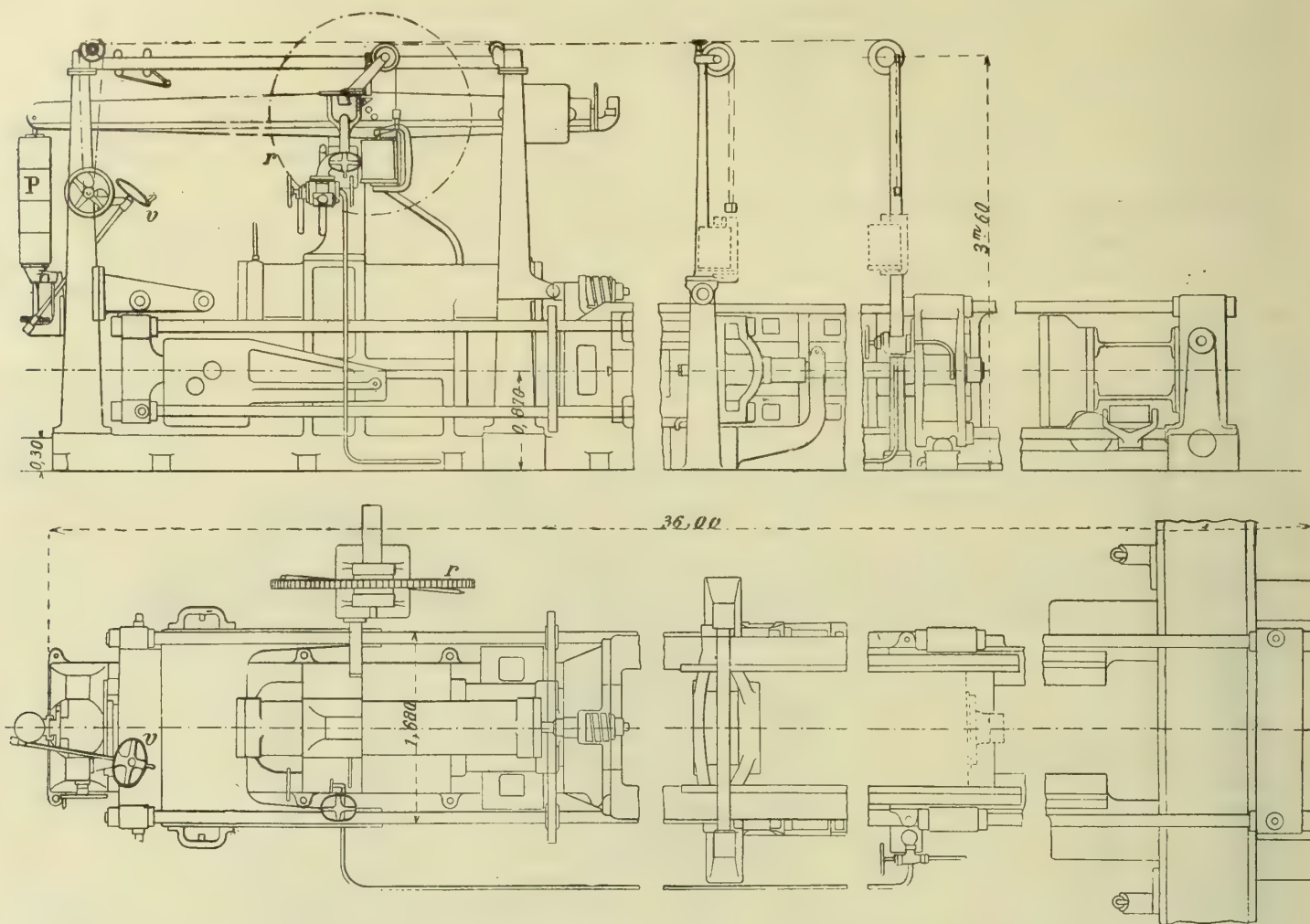


FIG. 2 et 3. — Élévation et plan de la machine universelle d'essais de 300 tonnes.

d'administration et M. le Ministre du Commerce en faveur de cette acquisition.

Il faut, en effet, différencier de plus en plus l'expérimentation des pièces de celle des matériaux qui les constituent. Si des machines de faible puissance suffisent dans le second cas, elles ne peuvent rendre souvent aucun service dans le premier. Sans entrer ici dans le développement des raisons qui militent en faveur de cette thèse, nous nous bornerons aujourd'hui à étudier l'anatomie générale et, s'il est permis de s'exprimer ainsi, la physiologie de notre gigantesque banc d'épreuve.

Comme d'habitude, cette machine comprend trois parties principales: l'appareil qui produit l'effort, l'appareil qui le mesure, et le bâti.

Nous pouvons dès maintenant signaler deux dispositions avantageuses: 1^o le bâti, au lieu d'être fixe comme dans les machines similaires, est mobile; 2^o la balance, contrairement aux dispositions des machines à bâti fixe, se trouve du même côté que le cylindre générateur de l'effort. On verra plus loin l'utilité de ces combinaisons.

Appareil producteur de l'effort. — Il est constitué par un cylindre hydraulique en acier moulé, dans lequel se déplace un piston ayant 600 millimètres de diamètre avec une course de 2 mètres. La force propulsive du piston est empruntée à l'eau sous une pression maximum de 125 kilogr. par centimètre carré, fournie par un accumula-

teur que nous avons déjà décrit⁽¹⁾. Cette eau afflue dans le cylindre au moyen de robinets à pointeaux ayant une lumière de 25 millimètres de diamètre.

Une grande plaque extrême reçoit l'extrémité de ce bâti et la guide. Des graisseurs diminuent le frottement entre cette extrémité du bâti et la plaque. Bien que constituée par des pièces assemblées, la machine forme un tout parfaitement guidé et ce n'a pas été la moindre de nos préoccupations de monter tout l'ensemble sans défaut d'équerrage.

Le bâti mobile affecte la forme d'une auge qui a 4 mètres de largeur, et 1 mètre de hauteur entre son fond et ses rebords supérieurs. Sur ce bâti peut rouler une tête mobile, visible sur la figure 8, qui sert à recevoir toutes sortes d'amarrages dans tous les genres d'efforts à exercer sur les pièces.

Pour pouvoir bien expliquer le rôle de cette tête mobile, jetons un coup d'œil sur le schéma (fig. 4) qui représente l'ensemble de la machine. On peut voir que, quand le piston *b* se déplace en avant du cylindre *a*, le bâti mobile *c* tend à entraîner la tête mobile *d* qui lui est fixée. Mais parallèlement au grand bâti mobile règne un système de tiges *f* réunies près du cylindre par la traverse *d* en acier moulé et à l'autre bout de la machine par la traverse *g*. Ces tiges *f* sont en relation directe avec la balance *i* et *j* par la traverse *k* qui appuie sur cette balance. Si donc l'on veut exercer un effort de traction, on place l'éprouvette *P* entre la tête mobile *d* et la traverse *e*; si, au contraire,

(1) Voir le *Génie Civil*, t. XLIII, n° 49, p. 291.

on veut exécuter un essai de compression, on place la pièce à essayer Q entre la traverse e et le fond m du bâti mobile; enfin quand on veut essayer les longues pièces au flambage on les place entre la pièce mobile d et la poutre q qui sert aux essais de flexion.

Ainsi, pour passer d'un genre d'essai à un autre, point n'est besoin, comme dans les machines ordinaires, de disposer de longs tirants qui, dans le cas d'une machine aussi puissante, auraient été d'une manœuvre fatigante; il suffit de déplacer la tête mobile sur le bâti, ce qu'un homme peut faire seul, grâce aux galets de roulement dont celle-ci est munie.

L'amarrage de cette tête au bâti mobile se fait très rapidement : une minute environ suffit. Pour cela, la pièce est munie de quatre bras carrés (deux supérieurs, deux inférieurs), logés dans la masse même de la pièce et bien guidés; ils sont rendus solidaires deux à deux, au moyen d'une vis à pas contraires, de sorte qu'en faisant saillir l'un des bras on fait également saillir l'autre; une clef à douille suffit donc pour les faire entrer ou sortir dans les fenêtres d'arc-boutement du bâti mobile. Le long bâti mobile peut être déplacé dans le cas des courses mortes, soit par le piston du gros cylindre poussé par l'eau de la ville de Paris, à 3 kilogr. (ce qui économise l'eau à haute pression), soit par un petit cylindre auxiliaire (fig. 1) placé sur le dos du grand, et dans lequel se déplace un piston à deux sections attaché au bâti mobile. On peut ainsi faire avancer ou reculer le bâti très rapidement sans consommation exagérée d'eau sous pression. Un distributeur à cinq pointeaux met en relation, grâce à une seule manœuvre de volant, l'un ou l'autre des côtés de ce petit cylindre avec la haute pression, le côté opposé étant par le fait même mis à l'évacuation. Lors de la mise en pression du gros cylindre pour un essai, le petit cylindre est, bien entendu, mis à l'évacuation, sinon l'eau qu'il contient en provoquerait la rupture. Une soupape de sûreté assure cette évacuation même en cas d'oubli.

Toutes ces manœuvres de mise en place du bâti mobile se font sans

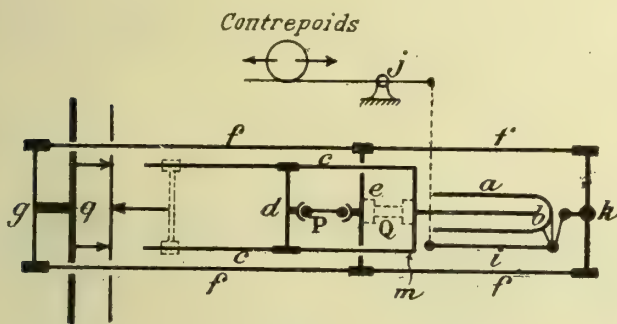


Fig. 4. — Schéma de la machine.

difficulté par un seul opérateur qui, monté sur une plate-forme, a sous la main les volants des robinets et le volant de commande du fléau de la balance. Cette économie de personnel est digne de remarque.

Signalons que les essais de flexion sur longues pièces et avec des distances d'appui variables sont exécutés en appuyant les pièces sur la poutre q arc-boutée à la traverse g , et par suite en relation avec la balance par les tiges f .

Appareil de mesure des efforts. — La transmission de l'effort, depuis les pièces sollicitées jusqu'à la balance, est réalisée, avons-nous dit, au moyen des tiges f . Il était important d'assurer la précision et la sensibilité de la machine; aussi, les tiges (jumelées aux endroits où certaines pièces font saillie hors de la machine) sont toutes montées sur des galets de grand diamètre, réglables exactement en hauteur et dont les logements sont montés sur un épaulement des plaques de base. Les traverses d'amarrage ou de butée sont elles-mêmes montées sur galets.

Aux abords de la balance, les tiges de transmission des efforts sont fixées à des pendules qui oscillent sur des couteaux fixes. Nous attribuons à cette disposition la grande sensibilité de la machine, dont il sera question plus loin, malgré le poids, qui dépasse 20 tonnes, des tiges, des traverses et des cadres de transmission.

L'effort reçu par la traverse k est renvoyé, au moyen d'un dispositif de levier coudé s'appuyant sur le fond du gros cylindre, à un système de tringles verticales qui viennent agir sur le petit bras du levier du fléau de la balance. Celui-ci, long de plus de 3 mètres, oscille avec un couteau sur un grain placé sur une colonne en fonte montée sur le dos du petit cylindre auxiliaire. Le fléau (qui est creux) porte de chaque côté une voie de roulement sur laquelle se meut le poids curseur qui pèse exactement 100 kilogr. Le rapport d'amplification de la machine est de 600 et le plus petit bras de levier est de 50 millimètres, longueur facile à vérifier à tout moment. Les couteaux sont d'ailleurs tous visibles.

Le poids curseur est mis en mouvement au moyen d'un volant à main qui agit, par un train d'engrenages, sur un arbre latéral accouplé

avec celui-ci par un joint à la cardan. Le mouvement de rotation de cet arbre est transmis par deux roues dentées à une vis placée dans l'axe du fléau, et qui entraîne le poids curseur. Un demi-écrou, maintenu par un piston pressé par un ressort, embraye le poids sur la vis; mais, quand le poids est au bout de la balance, il vient buter par une tige horizontale contre une pièce montée sur quatre petits galets.

Cette tige porte un plan incliné qui passe à travers une encoche du piston d'embrayage du poids curseur, de sorte que le choc de cette tige contre la pièce aux quatre galets débraye automatiquement le poids. On peut alors le ramener rapidement au zéro au moyen de cette pièce qu'une chaîne met en mouvement. Arrivé au zéro, le poids curseur s'embraye à nouveau automatiquement et on peut recommencer à le déplacer sur le fléau. Tout ce mouvement se fait indépendamment du volant de manœuvre employé pour l'équilibre des efforts.

Ce dispositif de poids curseur a été adopté pour les raisons suivantes : dans la plupart des machines ordinaires on dispose d'un seul curseur qui, amené au bout de la balance, équilibre l'effort maximum que peut développer la machine. On aurait dû ici, avec l'amplification de 600, employer un curseur de 500 kilogr.; avec une course de 3 mètres sur le fléau et pour les 300 tonnes, nous n'aurions eu qu'un déplacement de $\frac{3 \text{ mètres}}{300} = 1 \text{ centimètre}$ par tonne, soit 1 millimètre par 100 kilogr., ce qui est peu. En outre, l'opérateur aurait eu à faire

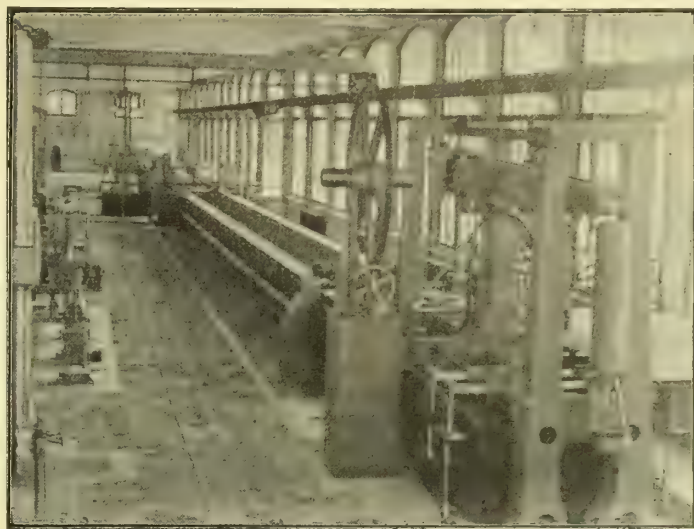


Fig. 5. — Vue de la machine dans la salle du Laboratoire du Conservatoire des Arts et Métiers.

mouvoir péniblement cette masse de 2 500 kilogrammes, pesante et à grande inertie.

On a tourné ainsi la difficulté : le poids curseur amené au bout du fléau équilibre 60 tonnes seulement, soit $\frac{300}{60} = 5$ millimètres par tonne sur la graduation, d'où une précision plus grande de la mesure; quand cette charge est atteinte, on dépose au bout du fléau un poids qui équilibre ces 60 tonnes et on ramène le curseur au zéro; on dispose donc de nouveau de toute l'échelle pour les 60 tonnes suivantes, et ainsi de suite jusqu'à 300 tonnes. La série des poids à déposer est manœuvrée par un volant agissant sur un arbre incliné; celui-ci attaque par vis tangente un pignon, lequel fait monter ou descendre à volonté une vis qui relève ou dépose les poids supplémentaires (fig. 4). Le fléau oscille d'ailleurs entre deux butées à ressorts qui amortissent ses secousses.

Les enregistreurs. — L'intérêt que présente la conservation d'une trace écrite des essais est aujourd'hui de plus en plus apprécié. Nous n'avons pas manqué de nous y conformer, et, quel que soit le genre d'essais exécutés, la machine est en mesure d'en tracer des diagrammes complets. Les efforts sont enregistrés sur un grand tambour par le déplacement, suivant la verticale, d'un stylographe solidaire d'un fil métallique mû en même temps que le poids curseur et se déplaçant en fonction du déplacement de ce dernier. Une tête de cheval, actionnée par le volant de commande du poids curseur, agit sur le fil et peut, par exemple, faire déplacer le stylographe suivant les ordonnées de 10, 5, 2 ou 1 millimètre par tonne, à volonté.

Les déformations des pièces sont portées en abscisses sur le tambour enregistreur et lui sont transmises par des fils appropriés passant sur des poulies qui le font tourner de façon à enregistrer ces déformations sans amplifications ou amplifiées cinq et dix fois.

Le fil de transmission des efforts passe sur de grandes colonnes et règne d'un bout à l'autre du bâti, il peut donc servir même aux essais de flexion qu'on effectue sur la grande poutre située à l'extrémité de la machine.

OUTILLAGE DE LA MACHINE POUR LES DIFFÉRENTS ESSAIS. — *Essais de traction.* — Pour ces essais on dispose les pièces comme il a été dit, entre la tête mobile *d* et la traverse fixe *e*. Les deux mordaches portent d'abord un logement dans lequel est placé un siège sphérique où se centre une rotule qui contient les pièces d'amarrage des témoins à essayer. Si l'on a affaire à des barreaux ronds ou plats, on se sert de coins striés qui sont engagés dans deux demi-pièces, mobiles dans une gorge de la rotule, et qui permettent par suite de pincer des barreaux même d'épaisseur inégale (ailes de cornières, par exemple).

On peut avec les coins pour barreaux ronds amarrer des barres ayant 50 millimètres de diamètre et, pour les barreaux méplats, des pièces ayant 50 millimètres d'épaisseur et 127 millimètres de largeur.

Pour essayer les barres à épaulements, on dispose dans la rotule de la tête mobile deux pièces, qui portent à leurs extrémités deux demi-coquilles avec talons.

Les essais de chaînes se font au moyen de quatre bielles. Des clavettes sont passées dans les trous carrés de ces bielles et servent à l'amarrage des chaînes suivant une méthode bien connue.

Les essais de câbles plats sont effectués au moyen de deux grands tambours; ces câbles, qui peuvent avoir jusqu'à 450 millimètres de largeur et 50 millimètres d'épaisseur, sont pincés à leurs extrémités par des coins; ces mêmes tambours se prêtent à l'essai de cordages ronds moyennant une petite modification.

Les câbles métalliques ronds sont essayés au moyen de cônes en deux parties; on y loge les bouts des câbles qu'on épanouit, et dont les fils sont noyés dans un alliage un peu dur après avoir été étamés. Nous avons pu rompre avec cet amarrage un câble qui a cédé à 287 tonnes, sans que les fils aient glissé dans les cônes.

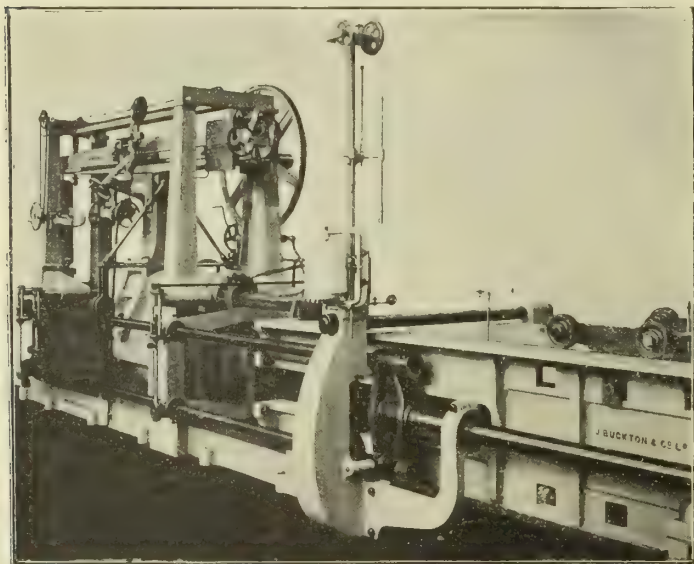


FIG. 6. — Vue de la presse hydraulique et de la balance.

Essais de compression. — Ces essais se font en utilisant le côté de la tête mobile ou des traverses, opposé à celui qui sert aux essais de traction. Dans ce but, on monte sur les traverses un siège à logement intérieur sphérique, sur lequel s'appuie une rotule qui peut recevoir soit les plateaux de compression, soit le grand couteau pour la flexion. Cette rotule porte une collerette qui peut être butée par des vis fixées au siège, lequel est invariablement attaché à la traverse ou à la tête mobile. Cette articulation sphérique est nécessaire pour centrer les efforts.

Les compressions sur pièces courtes se font entre la traverse *e* (fig. 4), et le fond du bâti mobile, au moyen de plaques de compression qui ont 600 × 600 millimètres ou 300 × 300 millimètres. Pour éviter les déviations que l'écrasement d'une pièce hétérogène provoquerait sur la traverse *e*, celle-ci est guidée dans tous les sens par des galets montés sur des cales disposées avec des plans inclinés de rattrapage, le tout maintenu dans des colonnes verticales de butée très robustes et entretoisées entre elles.

Les compressions sur pièces longues se font entre la tête mobile *d* et la poutre *q* servant aux essais de flexion ou le sommier *g*, car la poutre, mobile sur rouleaux, peut être enlevée sans difficulté. On peut comprimer ainsi des pièces ayant 27 mètres de longueur et 1 mètre carré de section. La figure 7 représente un essai de bielle au flambage.

Essais de flexion. — Pour les petites pièces (rails, poutres de bois, etc), on exécute ces essais entre la traverse *e* et le fond *k* du bâti mobile qui porte une rainure sur laquelle on monte deux petits appuis mobiles. Le couteau d'attaque, qui s'appuie sur la traverse *e*, est spécial; au lieu d'être aigu ou mousse, il est constitué par deux demi-cylindres qui peuvent se mouvoir dans leurs logements, évitent le tranchage de la pièce fléchie à leur point de contact, et suivent les

flexions de celle-ci sans difficultés. Le même dispositif a été prévu pour le grand couteau servant à la flexion des larges poutres. La répartition des moments fléchissants en est un peu modifiée, mais ce procédé n'en a pas moins une supériorité marquée sur celui qui emploie habituellement un couteau aigu. Les deux appuis sont d'ailleurs constitués par des supports dans lesquels se trouvent des cylindres qui tournent avec la pièce fléchissante, et qu'une rainure circulaire ménagée dans ces supports empêche de fuir latéralement.

Le dispositif est le même, soit pour les essais des pièces expérimentées sur la grande poutre (qui permet d'écarter les appuis de 6 mètres et peut recevoir des poutres de 1 mètre de largeur et 1 mètre d'épaisseur), soit pour les petites pièces qui peuvent être essayées sur 1 mètre de portée au maximum.

Essais de cisailage et de poinçonnage. — Ces essais sont exécutés entre la traverse *e* et le fond *k* du bâti mobile; pour le poinçonnage, on serre entre les deux parties les poinçons et les matrices les uns contre les autres; nous pouvons faire des trous depuis 10 millimètres jusqu'à 50 millimètres de diamètre.

Pour le cisailage, on monte sur la traverse *e* une boîte dans laquelle on place la pièce à cisailier. La lame de cisaille est guidée par un rouleau placé au-dessous de cette boîte. On a de cette façon un cisailage simple exactement comme dans une cisailleuse ordinaire. L'opération se fait sur des pièces ayant jusqu'à 60 millimètres d'épaisseur.

Les prises de mouvement des fils de l'enregistreur étant faites sur les traverses, on voit que l'enregistrement est possible dans tous les cas précédents.

Essais de torsion. — Ces essais se font en opérant, en quelque sorte, hors de la machine. Celle-ci porte à son côté, et réunie à elle, une

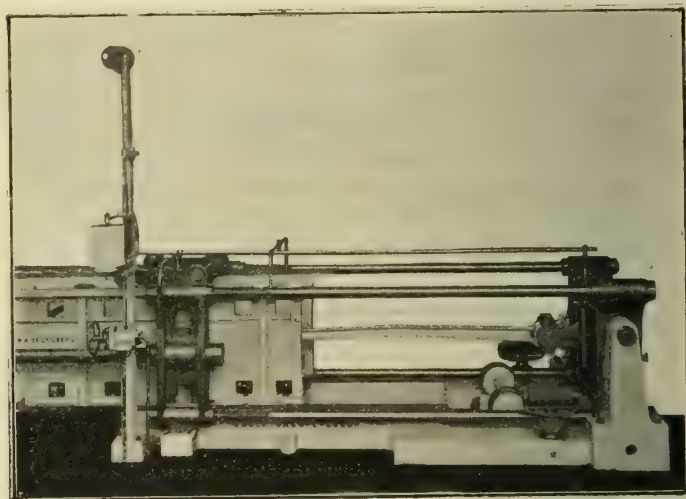


FIG. 7. — Vue de l'extrémité de la machine opposée à la balance.

colonne en fonte sur laquelle sont montées deux flasques; entre celles-ci se trouve une grande roue dentée dont le moyeu est creux. Cette roue, mise en rotation au moyen d'une vis tangente actionnée à la main, porte dans son moyeu un manchon glissant dans lequel on amarre les barreaux, l'autre bout de ceux-ci étant fixé à un logement analogue prévu dans un bras courbe qui fait partie du fléau. La roue dentée permet la torsion des barreaux, et le fléau, avec son système de poids, sert à la mesurer par l'équilibrage du moment de torsion au moyen du déplacement du poids curseur. L'enregistrement est aussi réalisable. On peut, par ce dispositif et avec deux opérateurs, tordre des barres de 60 millimètres de diamètre et ayant jusqu'à 1 mètre de longueur. Un jeu de douilles spéciales amovibles permet l'expérimentation de barreaux variés ayant depuis 15 millimètres de côté.

Précision et sensibilité de la machine. — La supériorité de la machine du Laboratoire, qui en longueur ou en puissance a des rivales, réside surtout, croyons-nous, dans sa précision, sa sensibilité, sa commodité d'emploi, qui sont de premier ordre.

La détermination de sa précision a pu être faite par des tarages répétés au moyen de crushers calibrés en cuivre, écrasés avec des machines de plus faible puissance du Laboratoire qui avaient été tarées au préalable avec soin; nos résultats se sont montrés constamment concordants. Nous n'avons pas, il est vrai, poussé à des charges très élevées, mais, quand une machine est inexacte, elle l'est même aux charges faibles, et ce n'est pas le cas ici.

La sensibilité, d'autre part, est nettement indiquée par l'expérience suivante: on a placé à l'extrémité du grand bâti mobile, et s'appuyant sur la grande poutre de flexion, un petit crusher en cuivre de 5 millimètres de longueur et 5 millimètres de diamètre; on a noté son écrasement quand la balance marquait 500 kilogr. L'écrasement, pour

cette charge de 500 kilogr., avait été établi par un tarage préalable avec un dynamomètre de 500 kilogr. On a pu juger ainsi que la machine avait indiqué 500 kilogr., alors que le petit crusher avait en réalité supporté 650 kilogr; soit donc un écart de 150 kilogr. Cet écart reste constant à toutes les charges supérieures à ces charges infimes; il est dû à l'effort supplémentaire de démarrage des tiges, sommiers, traverses, etc., transmettant l'effort du bout de la machine à la balance; de sorte qu'on se trouve en présence d'une très légère charge à ajouter aux charges indiquées par celle-ci, charge supplémentaire négligeable dès qu'on atteint 100 tonnes.

Un autre essai a consisté à tendre à 100 tonnes une grosse chaîne, à établir l'équilibre entre deux pointes de trusquin placées au bout du fléau de la balance et à faire déplacer le poids curseur d'une fraction de course correspondant à 2 kilogr. sur ce fléau : l'équilibre a été rompu.

On a pu, d'autre part, juger de la commodité de la machine par la description que nous venons d'en donner. De sorte que le Laboratoire d'essais du Conservatoire possède un engin considérable, d'une docilité, d'une précision et d'une sensibilité qui méritent toute confiance.

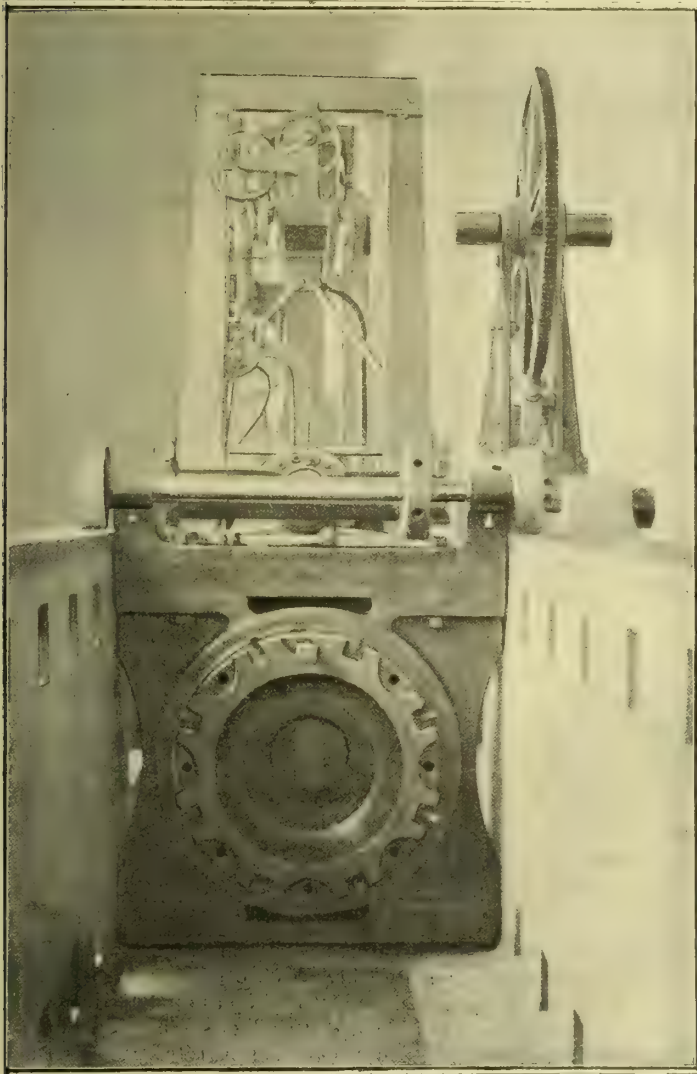


FIG. 8. — Vue de la tête mobile, du côté servant aux essais de compression.

Son auteur est M. Wicksteed, directeur de la maison Joshua Buckton, de Leeds, et actuellement président du Mechanical Engineers Institute d'Angleterre. M. James, son co-directeur, l'a assisté dans cette étude. C'est par une intime collaboration avec le Laboratoire, en tenant compte de nos indications et de nos desiderata, que ces constructeurs ont pu arriver à livrer ce mécanisme si intéressant en quinze mois, c'est-à-dire trois mois avant la date officielle de livraison.

Il serait trop long d'énumérer les genres de pièces que nous pourrions essayer avec cette machine, depuis les petites jusqu'aux grosses, mais l'outillage dont nous disposons se prête déjà à des cas très variés; il en sera créé un autre quand il le faudra. Nous espérons fermement que la grande aussi bien que la petite industrie ne se laisseront plus désormais arrêter dans l'acceptation ou l'exécution de leurs commandes, faute d'avoir une machine suffisamment grande, puissante, et surtout accessible.

Pierre BREUIL.

Chef de la section des métaux,
du Laboratoire du Conservatoire des Arts et Métiers.

CONSTRUCTION DES MACHINES

LES BICYCLETTES

Les changements de vitesse. — Le rétropédalage.

(Suite et fin.)

LES TRAVAUX DE M. PERRACHE. — Tel était l'état de la question en 1900, lorsqu'elle fut reprise par le capitaine Perrache. Celui-ci, bien connu dans le monde cycliste pour ses remarquables travaux sur la bicyclette qui ont tant fait progresser le tourisme en montagne, se livra pendant l'hiver 1899-1900 à des études physiologiques sur le fonctionnement des muscles à bicyclette. A cet effet, il expérimentait sur un *home trainer* et étudiait le travail dépensé en le mesurant au frein installé sur la roue motrice.

Après avoir fait une étude très complète (2) du pédalage normal, M. Perrache eut l'idée, pour étudier le contre-pédalage dans les descentes, de mesurer le travail dépensé et d'examiner le fonctionnement des muscles lorsqu'on pédale à rebours. « Plus je tourne à rebours sur mon *home trainer*, plus je tombe de surprises en surprises », écrit-il dans le *Cycliste*, d'avril 1900, et il y explique comment il constate, à sa grande stupéfaction, qu'il a beaucoup plus de puissance en rétro qu'en direct. Dans le

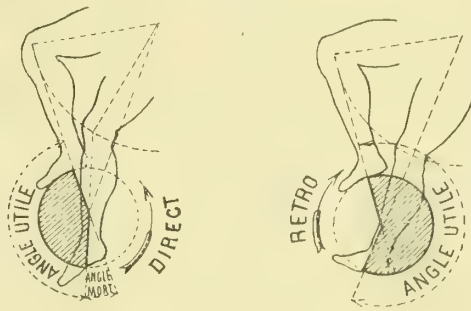


FIG. 14. — Schéma montrant la grandeur des angles utiles dans les deux cas de pédalage.

numéro de mai de ce même journal, il développe son idée et met en lumière deux points capitaux : 1° qu'en rétrograde il n'y a pas de point mort ni d'angle mort et que le pied travaille efficacement pendant plus d'un demi-tour (fig. 14); 2° que dans ce mode de pédalage les groupes de mus-

cles qui fonctionnent sont des groupes plus forts que ceux qui travaillent en direct et qu'ils manœuvrent dans de meilleures conditions.

C'est donc par des recherches scientifiques, de vraies recherches de laboratoire, que le capitaine Perrache était arrivé à la conclusion que le rétropédalage devrait vraisemblablement avoir un grand avantage sur le pédalage direct, *au moins dans les côtes*.

Ce n'est qu'après avoir écrit ces premiers articles qu'il parvint à se faire construire une bicyclette à rétropédalage. Ce fut la maison Peugeot qui exécuta cette bicyclette qui était à engrenages. La transmission à engrenages se prête, en effet, admirablement au dispositif rétro qui s'obtient par un simple déplacement d'un pignon. Pour

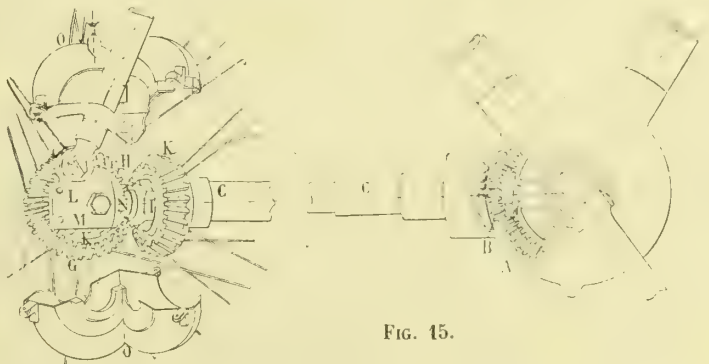


FIG. 15.

exécuter la bicyclette Perrache, on prit le pédalier d'une bicyclette Oméga (fig. 15) et l'arrière d'une machine à engrenages Peugeot. Comme dans les bicyclettes sans chaîne Peugeot et Oméga les dispositions des pignons étaient inverses, cet accouplement produisit une rétro. La

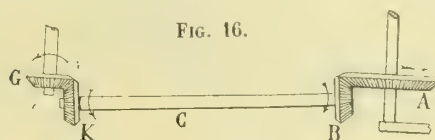


FIG. 16.

figure 16 montre comment, lorsque le pignon de pédalier A tourne dans un sens, le pignon du moyeu G tourne en sens inverse.

C'est avec cette machine que M. Perrache fit ses premiers essais en fin 1900 et commencement 1901. Les débuts furent peu encourageants : s'étant installé sur sa bicyclette comme de coutume, il constata qu'il se trouvait sans cesse rejeté vers l'avant, ne pouvait pas

(1) Voir le *Genie Civil*, t. XLV, n° 8, p. 126.

(2) M. Perrache a publié une grande partie de son étude dans le journal *Le Cycliste* (janvier 1901).

pousser à fond et, en somme, ne disposait pas de tous ses moyens d'action.

Une nouvelle étude pratique recommença et ce n'est qu'après de nombreux essais que M. Perrache finit par trouver les circonstances les plus favorables au bon rétropédalage.

Il en exposa les premiers résultats dans la *Revue du Touring-Club de France*, de juin 1901; puis, en décembre 1902, il publia, dans la *Revue d'Artillerie*, un article fort documenté qui fut ensuite tiré en brochure (1).

Voici les règles précises qu'il y donne pour l'adaptation de la machine au cycliste :

1^o *Position de la selle.* — Elle doit être très en arrière. Pour un cycliste de taille moyenne, la position convenable est définie comme il suit : un fil à plomb appliqué latéralement contre la selle au point de sa plus grande largeur, c'est-à-dire immédiatement en arrière de l'échancrure ménagée pour le mouvement de la cuisse, doit passer à 12 centimètres en arrière de l'axe de la pédale, la manivelle étant horizontale, tournée vers l'arrière ;

2^o *Hauteur de selle.* — Elle a une très grande importance. Le buste restant bien d'aplomb, chauffer la pédale un peu plus (1 centimètre) que d'habitude, mais non à fond; puis, la pousser jusqu'à ce que la jambe et la cuisse soient complètement allongées. A ce moment, la plante du pied doit avoir son orientation naturelle, celle de la position debout, perpendiculaire à la ligne genou-cheville.

Mais ce n'est pas tout : il ne suffit pas d'être convenablement installé sur la machine, il faut encore *savoir pédaler* et, ici, un nouvel apprentissage est nécessaire pour tirer le meilleur parti possible du procédé.

Le capitaine Perrache distingue deux modes de pédaler :

1^o *Le coup de pédale restreint.* C'est celui que l'on doit employer aux allures vives lorsque la pédale résiste peu. Il ne diffère pas de celui du pédalage direct, sauf le sens.

La plante du pied qui, au début du coup de pédale, est normale à la ligne genou-cheville, s'incline progressivement vers le bas, la pointe du pied piquant vers le sol, puis se relève dans le retour ;

2^o *Le coup de pédale ample.* C'est celui qui convient dans les côtes ou même en plaine avec grand développement, aux allures de jambes lentes et lorsqu'on veut faire complètement disparaître l'angle mort. Il consiste à maintenir constamment la plante du pied dans son orientation naturelle normale à la ligne genou-cheville, sans faire aucun mouvement de cheville, la jambe s'étendant complètement sur la cuisse.

Ces études scientifiques approfondies, justifiant l'emploi du rétropédalage et réglant les conditions favorables à cet usage, lancèrent la *Rétro* dans le grand public.

On peut donc dire, avec juste raison, que le capitaine Perrache est le véritable inventeur du rétropédalage. Comme nous l'avons montré, il y a bien eu avant lui des constructeurs de bicyclettes rétros, mais aucun d'eux n'avait vu le vrai jour de la question : les uns, comme M. Brancher, avaient fait des rétros sans le vouloir; d'autres, comme M. Forjeot, n'avaient construit des machines rétro que pour atteindre un but où le rétropédalage n'était nullement visé.

C'est à M. Perrache que revient le mérite d'avoir découvert scientifiquement les avantages de ce dispositif, d'en avoir montré la raison d'être et d'en avoir fixé expérimentalement l'usage.

Dès l'apparition de ses premiers articles, dans le *Cycliste* en 1900, les anciens inventeurs de rétros se réveillèrent; d'autres, frappés par ses arguments convaincants, essayèrent le nouveau procédé.

Dans son article de juin 1901, dans la *Revue du Touring-Club*, M. Perrache cite plusieurs dispositifs ainsi exhumés ou fraîchement nés.

Le dispositif de M. le capitaine de Vivies, d'abord exécuté à Montluçon, est une modification simple de la machine à chaîne. A cet effet,



Fig. 17. — Dispositif de bicyclette rétro, système de Vivies.

la patte arrière d'une bicyclette est prolongée (fig. 17) et sur cette patte on fixe une simple poulie de renvoi C. La chaîne est alors disposée comme l'indique la figure 17 et, au lieu d'entourer le pignon B de la roue arrière, elle y parvient par une tangente intérieure à A et B

pour passer ensuite sur la poulie C. Il est clair que dans ces conditions les pignons A et B tournent en sens inverse.

Dès avril 1901, nous avons fait transformer, au Comité technique du T. C. F., une bicyclette Gladiator en une machine de ce type avec roue libre et nous l'exposâmes au Salon du Cycle en décembre 1901. Cette machine développait 6 mètres et les longues expériences que nous fîmes alors avec elle sur des routes excessivement accidentées nous conduisirent aux mêmes conclusions que M. Perrache. Aux côtes, cette bicyclette était merveilleuse et, avec ses 6 mètres de développement, nous avons fréquemment franchi, sans aucune fatigue, presque en emballage, des rampes de 3 à 4 kilom. à 4 ou 5 %. L'expérience nous a même prouvé qu'il était possible, avec ce développement en rétro, de gravir des rampes de 9 à 10 %.

Nous signalerons cependant, pour ceux qui voudraient suivre notre exemple, quelques difficultés d'exécution. D'abord, pour donner passage à la chaîne, il faut déformer la fourche arrière, ce qui complique la construction. Sur la patte qui porte la poulie C de renvoi, il faut laisser une coulisse pour effectuer la tension de la chaîne, en reculant cette poulie. Le seul brin de chaîne qui *travaille* est le brin inférieur DE tangent intérieurement aux pignons A et B. Le brin qui entoure la poulie C est donc théoriquement *lâche*. Pratiquement, il se tend si l'on ne modifie pas le tracé des dents de la poulie arrière B. La traction du brin DE tend, en effet, à faire *monter* la chaîne sur les dents du pignon B et, par suite, à la faire sauter. Pour éviter cet inconvénient, il faut creuser les dents du pignon B de façon à leur donner des formes de crochets.

Vers la même époque, un marchand de bicyclettes de Saint-Étienne, M. de Vivie, essaya un dispositif beaucoup moins pratique et qui lui

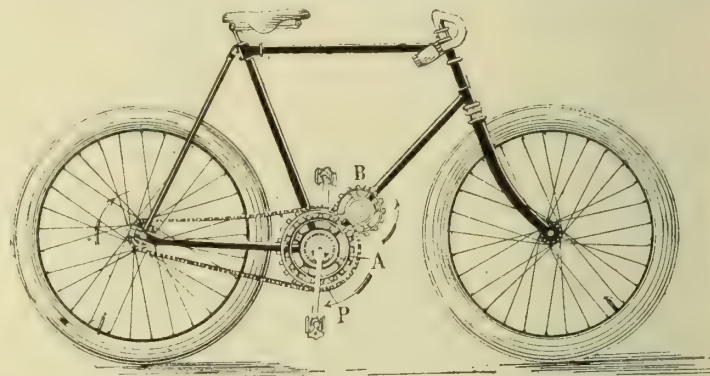


Fig. 18. — Dispositif rétro, système de Vivie.

donna de mauvais résultats. Le pignon P du pédalier (fig. 18) était doublé d'un second pignon A, concentrique et fixé sur lui, qui engrenait avec un pignon B tournant autour d'un axe supplémentaire parallèle au pédalier. La machine était à deux fins : lorsqu'on laissait les pédales au pédalier, la machine était directe; en enlevant les manivelles et en les fixant à l'axe du pignon B, on avait une machine rétro.

En somme, ce ne furent là que des types d'essai et c'est vers la fin de 1901 seulement, que quelques constructeurs se décidèrent à établir des modèles de vente.

LES RÉTRO-DIRECTES. — Dès son article de juin 1901, dans la *Revue du T. C. F.*, puis dans un nouvel article de décembre 1901, dans le *Cycliste*, M. Perrache signalait les moyens simples qu'on pourrait employer pour établir une machine à deux vitesses obtenues, l'une en pédalant dans le sens direct, l'autre dans le sens rétrograde. Au fond, rien de plus facile, il suffit d'installer sur une bicyclette deux transmissions à roue libre, l'une directe, l'autre rétro; elles ne se contraignent évidemment pas.

Sur une telle machine il suffit, lorsqu'on veut changer de développement, de changer le sens de rotation des pieds. Pas de manettes à

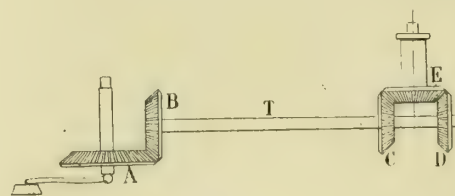


Fig. 19. — Schéma de la transmission de la rétro-directe Acatène-Métropole.

toucher, pas besoin de lâcher le guidon d'une main, pas de commande compliquée surchargeant le cadre.

Comme nous l'avons déjà dit, la sans-chaîne se prête merveilleusement au rétropédalage; aussi, au Salon du Cycle de 1901, vit-on la première rétro-directe sans-chaîne au stand de l'Acatène-Métropole. C'était fort simple. Le tube de transmission T (fig. 19) portait à l'arrière deux pignons d'angles C et D montés sur lui à roue libre et engrenant, tous les deux diamétralement, avec le même pignon E du moyeu de la roue arrière. En faisant tourner le

(1) L. PERRACHE. *La bicyclette rétro-directe*, 1 br. in 8°, 42 pages, Berger-Levrault et Co, Paris, 1900.

pignon A dans le sens direct, c'est le pignon C qui mène le moyeu et D tourne fou. Quand on rétropédale, C tourne fou et le pignon D mène le moyeu arrière.

Malheureusement, ce dispositif très simple fournissait deux développements très voisins. On avait bien une machine à deux pédalages, mais pas à deux vitesses.

L'année 1902, veillée d'armes pendant laquelle les constructeurs se préparaient au Concours de bicyclettes de tourisme du T. C. F., vit apparaître toute une floraison de bicyclettes rétro-directes. Nous signalerons d'abord les dispositifs restés à l'état de projets ou non exploités régulièrement, pour terminer par ceux qui sont actuellement de vente courante.

L'un des plus ingénieux de ces mécanismes fut le *pignon Floquart* (fig. 20 et 21). Le pignon 3 de la roue arrière tourne à billes sur le moyeu de la roue arrière auquel il est relié par un dispositif B de roue libre

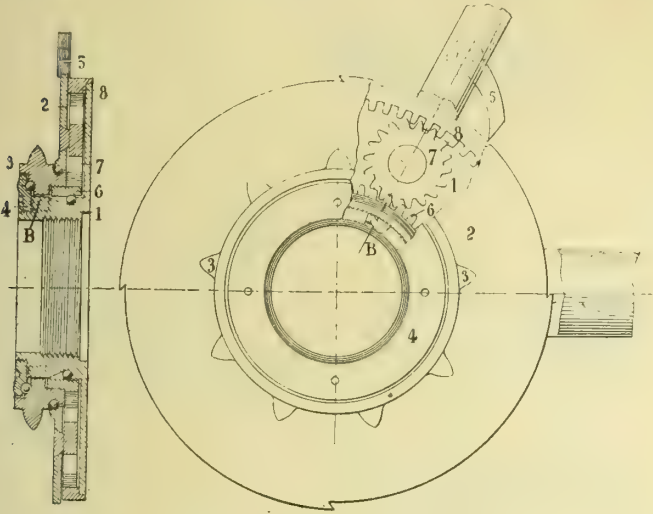


Fig. 20 et 21. — Coupe transversale et vue de face du pignon Floquart.

à cliquets. Il est vissé sur un anneau denté 6, ayant 42 dents. Les dents de l'anneau 6 engrènent avec plusieurs pignons satellites 7 de 18 dents chacun, dont les axes sont montés sur un plateau circulaire 2 tournant à billes librement sur l'épaule du pignon 3. Enfin, les pignons satellites eux-mêmes engrènent avec une couronne 8 dentée intérieurement, de 88 dents, fixée à un plateau 1 faisant corps avec le moyeu. Enfin, le plateau 2 porte des encoches sur lesquelles court un cliquet 5, qui laisse le plateau tourner dans le sens direct, mais l'immobilise dans le sens rétro.

Lorsqu'on pédale direct, le pignon 3 fonctionne comme un pignon libre ordinaire et entraîne directement le moyeu par le cliquet B. Le tout tourne d'un bloc et le cliquet 5 court. Quand on rétropédale, le

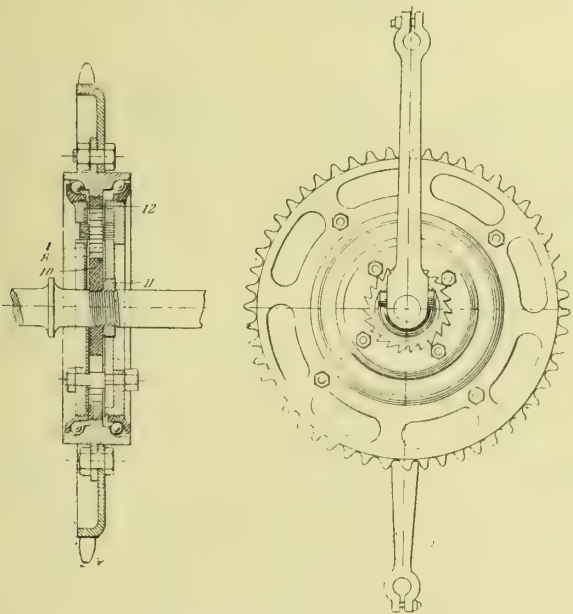


Fig. 22 et 23. — Coupe transversale et vue de face du pignon Duplex.

cliquet 5 immobilise le plateau 2, le cliquet B court, le pignon central 6 fait tourner les satellites qui, à leur tour, font tourner le plateau 8 et le moyeu 1 en sens inverse, c'est-à-dire dans le sens direct, avec une démultiplication. C'est, on le voit, d'une remarquable simplicité, mais il faut évidemment une excellente construction et une modification du dessin serait nécessaire pour donner plus d'assise au plateau 2 qui porte les satellites.

Ce dispositif a l'avantage important de concentrer, dans un seul organe, dans un pignon, tout le mécanisme. En enlevant sur une bicyclette ordinaire le pignon d'arrière et en le remplaçant par celui-ci, on transforme instantanément, par un simple changement de pignon, une bicyclette normale en rétro-directe.

Récemment, il vient de reparaitre, modifié par M. Didier-Jean, de Saint-Quentin, sous le nom de pignon *Duplex*. C'est (fig. 22 et 23) un pignon de pédalier. Les pignons satellites 8 sont montés sur des axes fixés à une boîte circulaire 1 (fig. 22). Ils engrènent, d'une part, avec le pignon central 10 fixé sur l'axe du pédalier par le contre-écrou 11; d'autre part, avec la couronne dentée 12, sur laquelle est montée la couronne formant pignon de chaîne. En direct, le tout tourne d'un bloc entraîné par un rochet fixé sur l'axe visible sur la figure 23. En rétro, la boîte 1 qui porte les satellites est immobilisée et les satellites en transmettant le mouvement de l'axe des pédales à la couronne 12 le renversent.

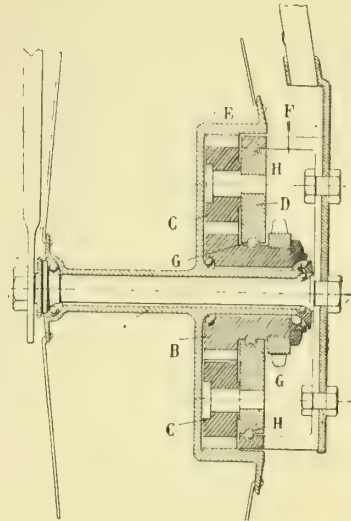


Fig. 24. Dispositif de rétropédalage, système Vibert.

- A, moyeu de la roue;
- B, pignon relié invariablement au pignon de chaîne;
- C, pignons satellites;
- D, disque portant les pignons C;
- E, couronne dentée intérieurement solidaire du moyeu A;
- F, couronne de coincement solidaire du cadre;
- G, couronne de billes coïncant le pignon B au disque D dans le pédalage direct;
- H, couronne de billes coïncant le disque D à la couronne F dans le pédalage rétrograde.

La seule différence avec le dispositif de Floquart est que l'arrêt de la boîte 12 pour obtenir le rétropédalage, au lieu de se faire automatiquement, par un cliquet, se commande du guidon comme pour un changement de vitesse ordinaire. C'est ôter au mécanisme une partie de ses avantages.

Le dispositif exécuté par M. Claude Vibert, en 1902, et d'ailleurs non exploité jusqu'ici, comme les précédents, est du même type. Sur le moyeu A tourne à billes une pièce circulaire B (fig. 24), qui porte, d'une part, une denture formant pignon central, et, d'autre part, les axes sont montés sur un plateau D qui repose, d'une part, par les billes G sur B, et, d'autre part, par les billes H sur une couronne F fixée au cadre. Les billes G et H sont d'ailleurs à coïncement dans un sens. Les satellites C engrènent, en outre, avec une couronne dentée E faisant corps avec le moyeu A. En direct, les billes G se coïncent, les pièces D et B sont solidaires, les satellites sont immobiles et le tout tourne d'un seul bloc. En rétro ce sont les billes A qui se coïncent. La pièce D est immobilisée et la rotation du pignon B est transmise avec renversement à la couronne E et au moyeu par les satellites C. Le principe est donc toujours le même : blocage du dispositif en direct, renversement du mouvement de rotation en rétro

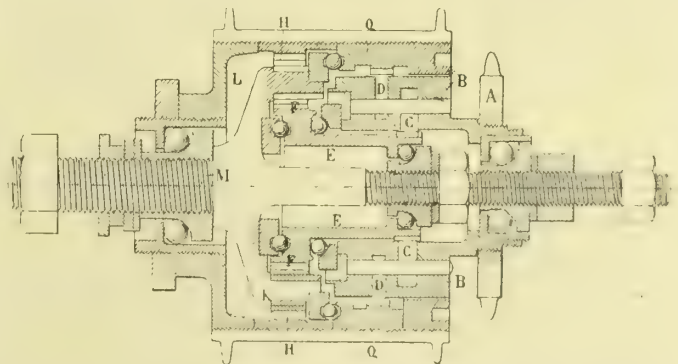


Fig. 25. — Coupe transversale du moyeu de changement de vitesses, système Bonnet.

par l'intermédiaire des satellites dont les axes sont immobilisés.

Enfin, pour épuiser cette série de mécanismes à satellites, nous citerons, pour terminer, le moyeu rétro-direct du lieutenant Bonnet, qui fut essayé par l'Acatène-Métropole.

Le pignon de chaîne A (ou pignon d'engrenages) (fig. 25) est monté sur une pièce tournante B munie de deux embrayages à cliquets C et D.

Le cliquet D engrène avec le moyeu Q. Le cliquet C engrène avec une pièce tournante E, munie d'une denture F formant pignon central. Cette denture F engrène avec les pignons satellites K dont les axes sont fixés sur un plateau L faisant corps avec l'axe fixe M. Enfin les satellites K engrènent avec une couronne dentée H vissée sur le moyeu.

En direct, le cliquet D se bute et mène directement le moyeu Q, tandis que le cliquet C court sur E.

En rétro, le cliquet D court, et c'est le cliquet C qui embraye. La pièce E devient solidaire de la pièce B et, par suite, tourne avec le pignon A. Sa rotation est transmise, par l'intermédiaire des satellites qui la renversent, à la couronne H et au moyeu.

Après quelques essais peu concluants, l'usine de l'Acatène-Métropole abandonna ce moyeu. C'est regrettable, car il y a dans ce type quelque chose d'intéressant, et il mérite d'être étudié. Il présente deux difficultés sérieuses, mais ni l'une ni l'autre ne paraissent insurmontables.

En premier lieu, la difficulté principale consiste à donner une bonne assise à toutes les pièces roulantes. En rétro, tout le travail passe à travers le pignon central, les satellites et la couronne, et dans des conditions spécialement pénibles, puisqu'il y a *renversement de mouvement*. Il faut donc que toutes ces pièces reposent sur des bases solides, pour éviter les porte à faux et les coincements. C'est ce qui est arrivé dans les dispositifs Floquart et Bonnet. C'est ce qui serait probablement arrivé dans le moyeu Vibert, s'il avait été exécuté. Quant au Duplex, il paraît, à ce point de vue, assez bien étudié; mais il reste à voir ce qu'il donne en pratique.

En second lieu, le frottement dans les engrenages est assez considérable. Un calcul facile montre que, dans le dispositif Floquart, en admettant que tout soit parfait, la perte de travail due uniquement aux frottements dans le train cycloidal est de 7 %. C'est déjà beaucoup. Si, de plus, comme cela arrivait, les porte à faux, les coincements se produisent, cette perte de travail peut atteindre un chiffre considérable, 30 ou 40 %.

Pour y remédier, il faudra une construction très soignée, des engrenages en acier très dur, et des dentures aussi fines que possible.

Il nous reste maintenant à parler des rétro directes *pratiques*, de celles qui sont réellement en usage et en vente dans le commerce.

La première en date fut la rétro-directe à deux chaînes construite par MM. Magnat et Debon, de Grenoble, sur les indications du capitaine Perrache. Nous l'avons déjà décrite ici ⁽¹⁾, mais, pour ne pas détruire l'ensemble de cette étude, nous la rappellerons brièvement à nos lecteurs.

Cette bicyclette (fig. 26) porte deux transmissions à chaîne et à roue libre : celle de droite est une transmission ordinaire, celle de gauche est une transmission à chaîne renversée, dérivée de celle du capitaine de Viviès. Pour que la chaîne enveloppe mieux le pignon d'arrière, on a employé deux poulies de renvoi, B et C', au lieu d'une. Ces deux parties sont fixées aux extrémités des bras d'une pièce AA, en V, et

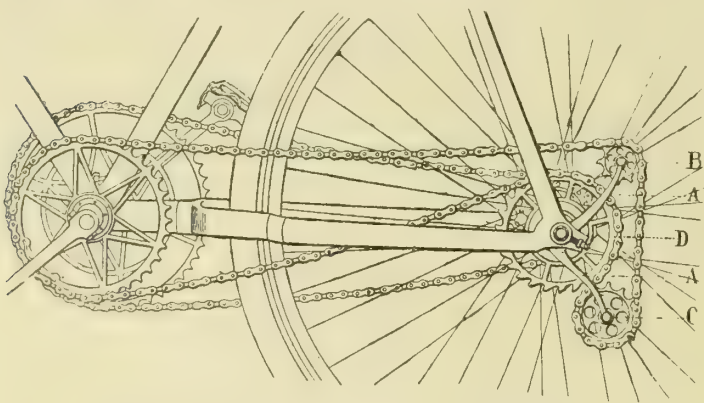


FIG. 26. — Bicyclette rétro-directe Magnat-Debon.

il suffit de tourner cette pièce autour de l'axe de la roue, pour régler la tension de chaîne.

Comme nous l'avons expliqué à propos de la transmission de Viviès, si l'on employait un pignon ordinaire, la chaîne tendrait sans cesse à passer par-dessus les dents. Pour éviter cet inconvénient, les constructeurs ont donné aux dents du pignon d'arrière une forme de crochet, bien visible sur la figure 26.

Cette machine, malgré sa complication extérieure *apparente*, est excellente, et a une douceur de roulement remarquable. Elle a figuré avec succès au Concours du T. C. F., de 1902.

En même temps qu'elle, figurait, au même Concours, une rétro-directe *Hirondelle*, construite par la Manufacture française d'Armes et de Cycles de Saint-Étienne, que nous avons également déjà décrite.

A gauche de la machine (fig. 27 et 28), se trouve une transmission ordinaire à pignon libre D. A droite, la chaîne de transmission s'en-

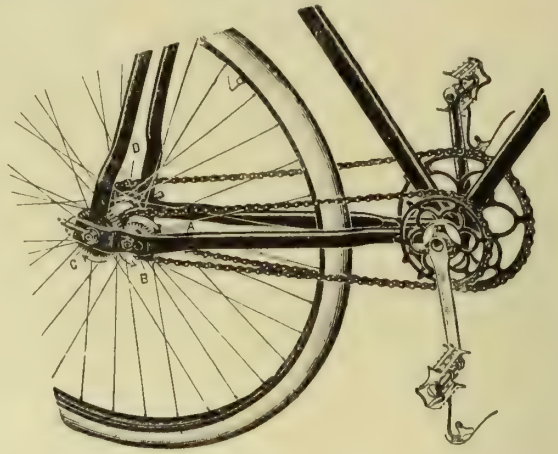


FIG. 27. — Bicyclette rétro-directe Hirondelle à deux chaînes.

roule sur un pignon C, monté sur un axe auxiliaire parallèle au moyeu. Ce pignon C est solidaire d'un autre pignon denté A, qui engrène avec un pignon denté B, monté à roue libre sur le moyeu.

Le couple de pignons A, B, renverse évidemment le mouvement.

Cette machine s'était bien comportée aux épreuves du T. C. F.; cependant, comme nous l'avons déjà fait remarquer, la place du renverseur AB n'était pas très rationnelle, puisqu'il se trouvait fixé à la patte de la fourche arrière, qui est un point faible.

La maison Magnat et Debon, mieux inspirée à ce point de vue, avait, à côté de sa bicyclette primée, présenté au Concours du T. C. F. une rétro-directe à en-

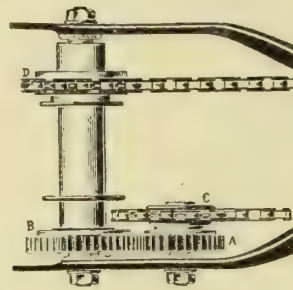


FIG. 28. — Moyeu arrière de la rétro-directe Hirondelle.

grenages de ce même type, mais dans laquelle le couple renverseur était placé au pédalier.

Quoi qu'il en soit, que le couple renverseur soit placé au pédalier ou au moyeu, ce type hybride, à chaîne et à engrenages, ne valait certainement pas, au point de vue de l'usage, le type à chaîne.

C'est ce qu'a parfaitement compris la Manufacture de Saint-Étienne qui, après de sérieuses recherches, est arrivée à établir une machine

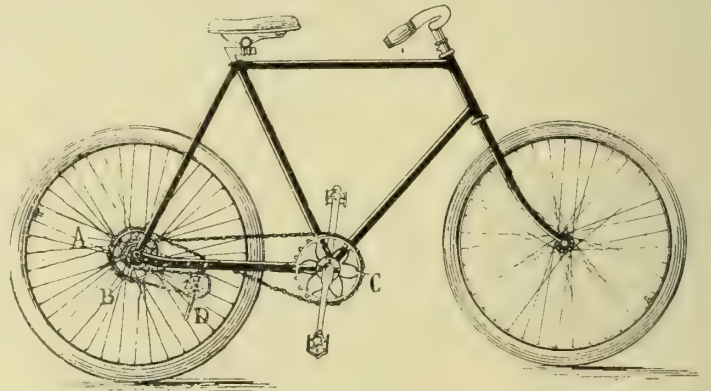


FIG. 29. — Bicyclette rétro-directe à chaîne unique, de la Manufacture de Saint-Étienne.

sans engrenage et à une seule chaîne, vraiment curieuse et intéressante, qu'elle a lancée lors du dernier Salon du Cycle, en décembre 1903, abandonnant franchement son type de 1902.

Le moyeu de la roue arrière porte, côte à côte, deux pignons A et B (fig. 29 et 30), roulant à billes sur lui, et munis d'un embrayage à croissant représenté sur la figure 31.

Une chaîne *unique* passe d'abord (fig. 29) sur le pignon C du pédalier, va remonter, par une tangente intérieure, au grand pignon A du moyeu, l'enveloppe, et va ensuite se couder sur un pignon D de renvoi, fixé à la fourche arrière. Du pignon D elle retourne envelopper le pignon B du moyeu, et revient, par une tangente extérieure, au pignon C du pédalier.

Lorsqu'on pédale en direct, c'est le brin supérieur de la chaîne qui se tend; elle agit sur le pignon B qui conduit la roue motrice, tandis que A tourne fou en sens inverse.

⁽¹⁾ Voir le *Genie Civil*, t. XLII, n 22, p. 333.

Fig. 1. Coupe longitudinale

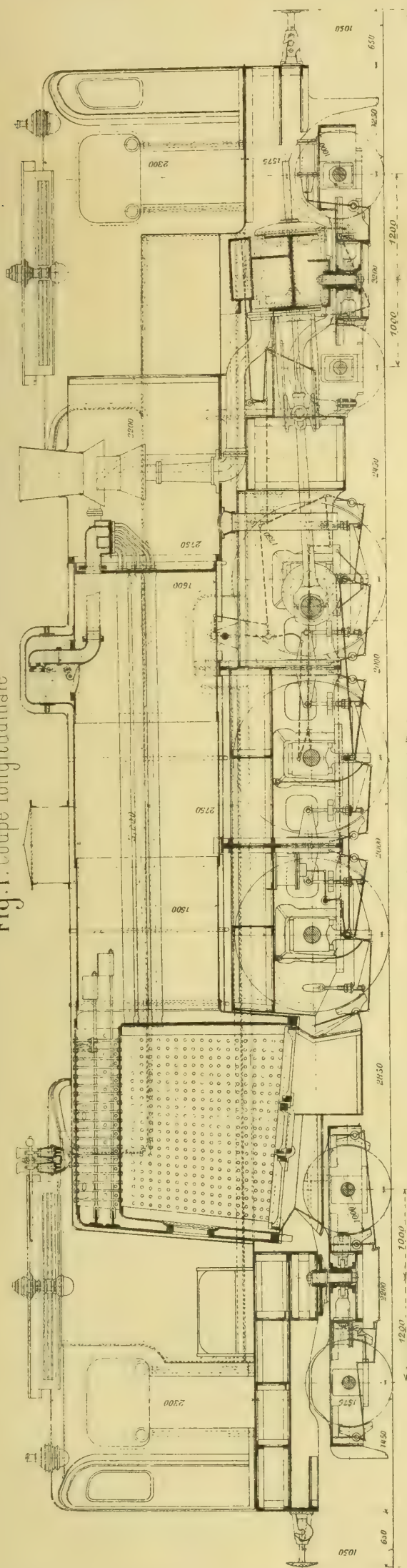


Fig. 2 Plan et Coupe horizontale

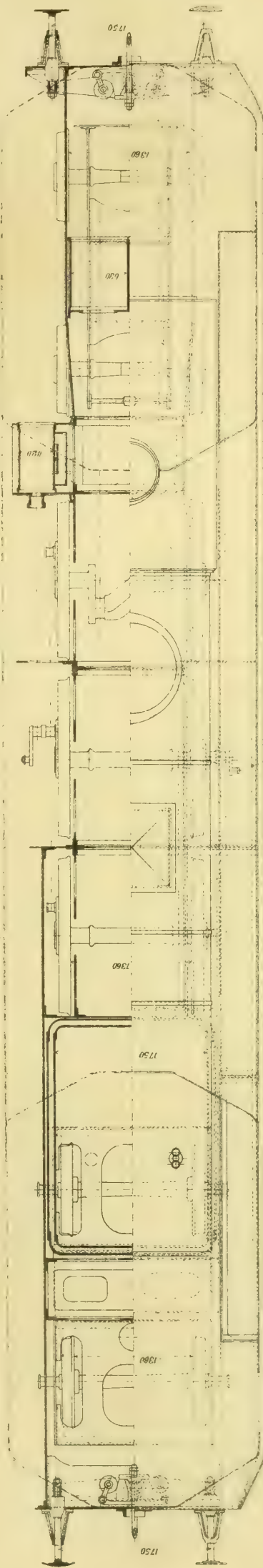


Fig. 3. *Marche* van "Trois HP

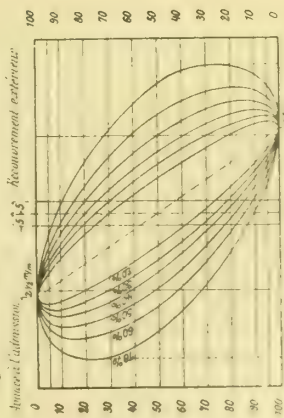


Fig 4. Marche avant Trois BP

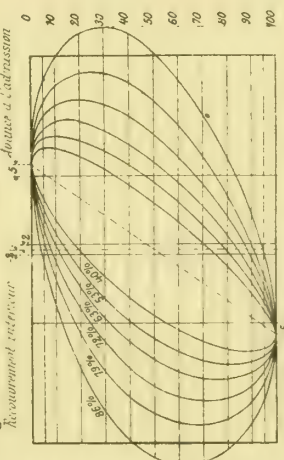


Fig. 5. Marche arrière "Four HP

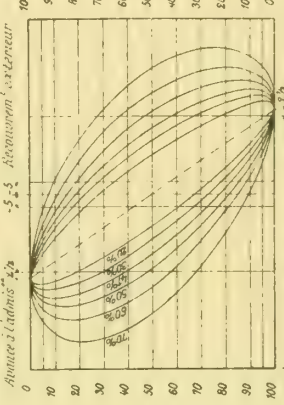
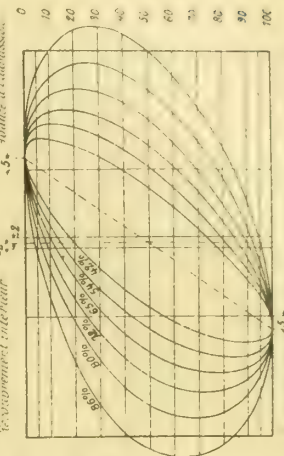
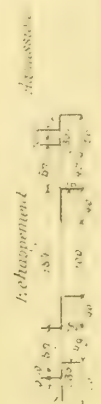


Fig. 6. $\bar{M}_w$ (left) and $\bar{M}_n$ (right) vs. $\bar{M}_w$ BP



三



Lorsqu'on rétropédale, c'est le brin inférieur de la chaîne qui tire le pignon A ; c'est lui qui conduit le moyeu arrière et le pignon B tourne fou en sens inverse.

C'est, on le voit, d'une ingénieuse simplicité.

Il y avait cependant un ennui. Les deux pignons A et B ne peuvent être simultanément dans le plan du pignon C. Il faut même que leurs

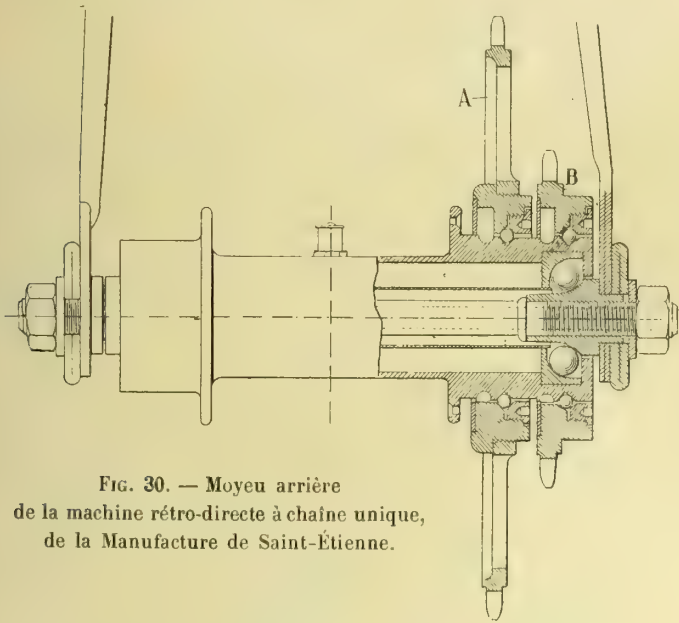


FIG. 30. — Moyeu arrière de la machine rétro-directe à chaîne unique, de la Manufacture de Saint-Étienne.

deux plans diffèrent suffisamment pour que les deux brins de la chaîne qui se croisent ne frottent pas. La chaîne risquait donc d'être tordue dans la transmission qui ainsi aurait été dure. Pour y remédier, les constructeurs ont eu l'idée heureuse d'incliner légèrement le pédalier. Le plan du pignon C n'est donc pas parallèle au plan des pignons A et B, mais il est incliné de telle sorte que la partie supérieure du pignon C soit dans le plan du pignon B et la partie inférieure dans le plan du pignon A. On a agi de même pour le petit pignon de renvoi D. Ainsi on a réduit le plus possible la torsion de la chaîne, au point que, pratiquement, il n'y a plus aucun inconvénient.

Des essais répétés et prolongés que nous avons faits avec cette machine nous ont montré qu'aucune usure anormale des pignons n'en résultait, que le roulement était excellent et que la chaîne n'avait aucune raideur, *pourvu que l'on ait soin de ne pas trop la tendre*. C'est là un point capital, et la transmission deviendrait dure et fatigante si l'on n'avait pas la précaution de laisser assez de souplesse à la chaîne pour qu'elle puisse se prêter aisément aux mouvements qu'elle doit faire.

Le Salon du Cycle contenait, d'ailleurs, d'autres modèles de rétro-directes. La Touricyclette exposait une machine qui portait à gauche la double transmission ordinaire à engrenages de cette machine et, à droite, une transmission rétro Magnat-Debon. On avait ainsi une machine à trois vitesses, dont deux directes et une rétro.

La maison Terrot, également soucieuse de suivre le progrès, exposait, de son côté, plusieurs types différents de rétro-directes, dont une à deux chaînes, dans laquelle le renversement, par deux pignons de renvoi se faisait comme dans la machine Magnat-Debon, mais au pédalier. Parmi ces différentes solutions, et après essais, elle s'est arrêtée au type suivant fort simple et recommandable :

Le moyeu de la roue arrière (fig. 32) porte, juxtaposés, deux pignons

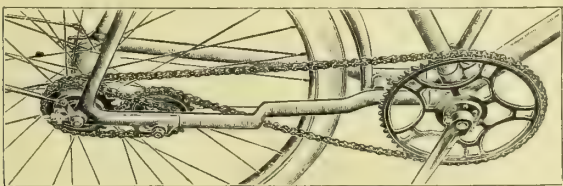


FIG. 32. — Bicyclette rétro-directe, système Terrot.

à roue libre. La chaîne qui vient du pédalier enveloppe l'un de ces deux pignons et son brin inférieur passe sur un pignon intermédiaire monté sur un axe parallèle au moyeu et fixé sur la fourche arrière. Ce pignon

est solidaire d'un second pignon monté sur le même axe et qui est relié, par une petite chaîne courte au second pignon du moyeu.

En pédalage direct, c'est le brin supérieur de la chaîne qui se tend et qui conduit directement le moyeu.

En rétro, c'est le brin inférieur qui travaille. Dans ce cas, tout se passe comme dans le dispositif de Viviès. Le premier pignon du moyeu fait fonction de poulie de renvoi ; la chaîne actionne le pignon intermédiaire qui, par la petite chaîne, transmet son mouvement au second pignon du moyeu.

Comme dans le système de Viviès, il faut donc, pour éviter que la chaîne ne saute par-dessus les dents, que les dents du pignon intermédiaire soient taillées en crochets et de plus, pour la solidité de l'ensemble, il faut que la patte arrière de la fourche soit spécialement renforcée.

Avec ces précautions, la machine sera une bonne rétro-directe de fatigue, facile à régler et à démonter.

Voici donc trois maisons : Magnat et Debon, la Manufacture française d'Armes et de Cycles de Saint-Étienne, et Terrot, qui, suivant le vrai progrès, ont, en deux ans d'études, établi des types de rétro-directes excellents. Il est à noter que ce sont trois usines de province. Paris, en matière de bicyclettes-touristes, se désintéresse ; il a tort, car bientôt le cycliste comprendra où est la vérité et préférera, sans conteste, la rétro-directe, simple, robuste, sans commandes, sans engrenages délicats, sans complications, permettant le rétro-pédalage si supérieur dans les côtes, aux joujoux à deux et trois vitesses qu'on lui propose actuellement.

Carlo BOURLET,
Docteur en Sciences.

CHEMINS DE FER

LOCOMOTIVE-TENDER A SEPT ESSIEUX pour chemins de fer de montagne.

(Planche X.)

L'exploitation des chemins de fer de montagne par simple adhérence se fait généralement dans des conditions assez défavorables, en raison des fortes déclivités et des courbes à faible rayon que présentent ces lignes. Peu d'entre elles sont parcourues par des express et, le plus souvent, l'on doit recourir à la double traction, lorsque la vitesse ou la charge des trains excèdent les limites compatibles avec la puissance des locomotives. Il convient d'ajouter aussi que, sur ces lignes, il existe rarement des plaques tournantes de dimensions assez grandes pour pouvoir être utilisées par les machines et leurs tenders.

C'est en s'inspirant de ces remarques que les établissements de construction Henschel, de Cassel (Allemagne), ont étudié un nouveau type de locomotive très puissante, pouvant remorquer des trains lourds sur fortes rampes et en courbes prononcées, et capable d'atteindre, sur palier et en alignement droit, des vitesses de 90 kilom. Cette locomotive a été disposée de manière à n'avoir pas besoin d'être tournée et son poids est aussi réduit que possible, ainsi qu'il convient pour une machine destinée à circuler sur les lignes de montagne.

En vue de favoriser la visibilité pour le mécanicien, dans les deux sens de marche, la locomotive est pourvue d'une cabine à ses deux extrémités et ne possède pas de tender : elle porte avec elle ses approvisionnements. Elle est dotée d'une grande mobilité dans les courbes, car elle repose, à l'avant et à l'arrière, sur deux bogies qui encadrent les trois essieux accouplés. Enfin, elle peut développer un grand effort de traction, en raison des dimensions de sa chaudière et de ses cylindres, tout en ne nécessitant qu'une consommation relativement faible d'eau et de charbon ; il faut remarquer, en effet, que l'application simultanée du système compound et de la surchauffe a été faite sur cette intéressante machine. Les figures 1 et 2 (pl. X) en montrent les dispositions d'ensemble (1).

CHAUDIERE. — La chaudière, très élevée au-dessus du rail, a une surface de chauffe de 191 mètres carrés et une surface de grille considérable qui dépasse 4 mètres carrés. Toutefois, pour que la conduite du feu ne soit pas trop pénible, on a limité à 2^m40 la longueur du foyer, du type Belpaire, mais par contre on a dû l'élargir à sa partie inférieure.

Le corps cylindrique, formé de trois viroles, a 1^m634 de diamètre moyen. Il contient 186 tubes de 50 millimètres de diamètre extérieur et, en outre, 24 gros tubes de 0^m127, renfermant les tuyaux surchauffeurs de vapeur, conformément à la disposition la plus récente de l'appareil Schmidt (fig. 1). La vapeur, venant du régulateur, circule dans ces tuyaux intérieurs qu'entourent les gaz chauds venant directement du foyer, puis se rend aux cylindres. On peut régler la circulation de ces

(1) D'après une étude de M. Keller, publiée dans *l'Orpan für die Fortschritt des Eisenbahnwesens*.

gaz dans les gros tubes extérieurs au moyen de clapets qui permettent de fermer leur extrémité antérieure du côté de la boîte à fumée. La surface de chauffe du surchauffeur est de 44 mètres carrés et la température de la vapeur atteint 300 degrés.

L'alimentation est assurée par trois injecteurs, dont deux ont un débit de 15 mètres cubes à l'heure et le troisième, qui fonctionne d'une manière continue, de 7^m3. Les soupapes de sûreté, placées au-dessus de la boîte à feu, sont du système Ramsbottom.

CHASSIS ET ROUES. — Le châssis (fig. 2, pl. X) est, à l'avant, intérieur aux roues et extérieur à l'arrière. Les entretoisements, en forme de caissons, situés de part et d'autre du foyer, sont utilisés comme caisses à eau. La suspension principale est formée de ressorts à lames, placés sous les boîtes des essieux accouplés, et qui sont conjugués dans le sens longitudinal. Les appareils de choc et de traction sont reliés à un balancier transversal, dont l'effet est de reporter toujours dans l'axe de la machine les réactions qui proviennent des véhicules attelés.

Malgré son empattement de 13^m70, la locomotive peut facilement circuler dans des courbes de 180 mètres de rayon, par suite du grand déplacement latéral que peuvent prendre les bogies et qui atteint 45 millimètres de chaque côté pour l'avant-train et 60 millimètres pour l'arrière-train.

Le premier essieu moteur est coudé; il est actionné par les deux cylindres basse pression. Le second essieu moteur est commandé par les cylindres extérieurs haute pression. Tous les essieux sont en acier Martin ordinaire, sauf l'essieu coudé, pour la fabrication duquel on a employé l'acier au nickel.

MÉCANISME. — Les petits cylindres sont munis de tiroirs cylindriques et les grands de tiroirs plans avec canal Trick. Tous les pistons sont pourvus de contretiges à l'avant. Les cylindres H. P. sont lubrifiés à l'aide d'un graisseur mécanique Friedmann et les cylindres B. P. par un graisseur à vapeur du système Limon-Fluhme. Des soupapes de sûreté sont installées sur les fonds de cylindres pour les préserver des « coups d'eau »; des soupapes de rentrée d'air ont été prévues pour la marche à régulateur fermé. Les manivelles H. P. et B. P. d'un même côté sont calées à 180 degrés, en vue de l'autoéquilibrage des masses animées d'un mouvement alternatif.

Les distributions sont du système Walschaert; celles situées d'un même côté de la machine sont commandées par un mécanisme unique, mais les rapports des bras de leviers ont été calculés de façon à ménager, dans les grands cylindres, un degré d'admission toujours supérieur à celui des petits cylindres, ainsi que le montre le tableau suivant :

CRANS DE MARCHÉ	ADMISSION haute pression	ADMISSION basse pression	CRANS DE MARCHÉ	ADMISSION haute pression	ADMISSION basse pression		
Avant	1	0,20	0,40	Arrière	1	0,20	0,42
	2	0,30	0,53		2	0,30	0,54
	3	0,40	0,63		3	0,44	0,65
	4	0,50	0,72		4	0,50	0,72
	5	0,60	0,79		5	0,60	0,80
	6	0,70	0,86		6	0,70	0,86

Pour un rapport de volumes de cylindres de 2,25, l'écart moyen de 23 %, entre les degrés d'admission H. P. et B. P., aux crans de marche les plus usuels, paraît convenable. Les chiffres du tableau précédent montrent aussi que les conditions de cette distribution, d'ailleurs très bien étudiée, sont sensiblement les mêmes pour les deux sens de marche, ce qu'il importait d'obtenir pour une locomotive-tender, appelée surtout à faire un service de navette.

Il n'existe aucun appareil spécial de démarrage, le grand effort de traction que peut développer normalement la machine étant suffisant dans tous les cas. Toutefois, le mécanicien peut, s'il en est besoin, introduire dans les grands cylindres de la vapeur vive, préalablement détendue.

Chaque cabine possède en propre tous les appareils de manœuvre et de contrôle nécessaires à la conduite de la machine. Les approvisionnements d'eau (13 mètres cubes) suffisent pour un parcours d'au moins 150 kilomètres.

La locomotive est équipée du frein Westinghouse agissant sur toutes les roues, y compris celle des bogies. Signalons enfin, comme particularités, l'application d'une sablière à air comprimé pour les deux sens de marche, d'un indicateur électrique de vitesse, du système Frahm, l'éclairage au gaz des cabines et des fanaux, les appareils pour le chauffage par la vapeur et un dispositif pour l'arrosage des boudins des roues, dans les passages en courbe.

CONDITIONS D'ÉTABLISSEMENT. — Le tableau suivant résume les principales conditions d'établissement de cette machine :

Timbre de la chaudière	kilogr.	14,0
Surface de chauffe proprement dite . .	mètres carrés.	191,2
— du surchauffeur	—	44,0
— totale	—	235,2
— de grille	—	4,1
Diamètre des cylindres H. P.	mètres.	0,42
— B. P.	—	0,63
Course des pistons	—	0,03
Diamètre des roues accouplées	—	1,75
— porteuses	—	1,0
Empattement rigide	—	4,0
— total	—	13,7
Approvisionnement d'eau	mètres cubes.	13,0
— de charbon	tonnes.	4,0
Poids adhérent	—	48,0
— à vide	—	77,7
— en ordre de marche	—	106,5

RÉSULTATS D'ESSAIS. — Cette puissante locomotive, construite pour les lignes de montagne de la section d'Erfurt des chemins de fer de l'État prussien, figure actuellement à l'Exposition de Saint-Louis.

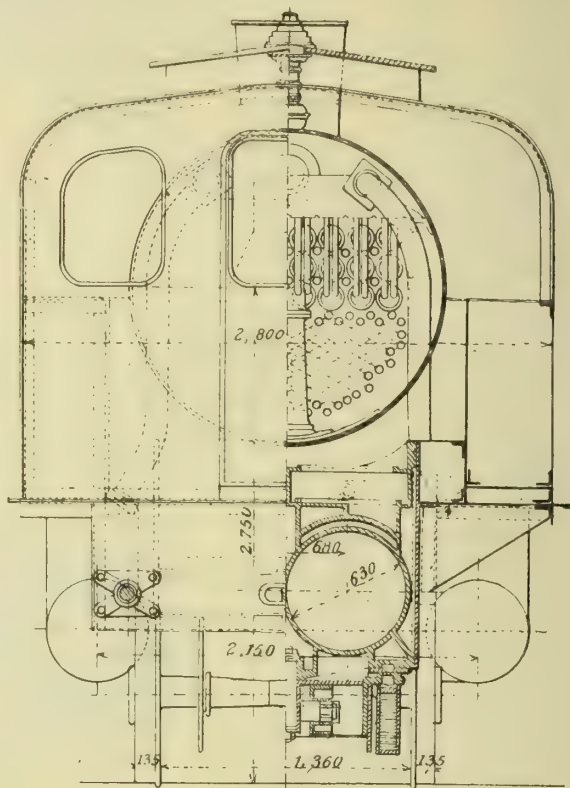


FIG. 1. — Coupe transversale et vue en bout de la locomotive.

Avant son départ pour l'Amérique, elle a été soumise à des essais préliminaires qui doivent être ultérieurement complétés. On a pu constater, entre autres résultats, qu'un train de 180 tonnes était remorqué, sur rampe de 10 millimètres, à une vitesse soutenue de 70 à 75 kilom. à l'heure, ce qui correspond, avec un degré d'admission H. P. de 50 %, à la production d'un travail de 1 300 chevaux, d'une manière continue. On estime que la puissance maximum, compatible avec la production de la chaudière, peut s'élever à 1 800 chevaux. Ce dernier chiffre devra d'ailleurs être confirmé par l'expérience.

F. B.

MÉTALLURGIE

FABRICATION D'ACIERS AU NICKEL

avec une pyrite magnétique cupronickelifère.

Nature des minerais. — La Consolidated Lake Superior Co vient de faire à Sault-Sainte-Marie (Canada) une installation nouvelle en vue d'utiliser la pyrrhotine (ou pyrite magnétique) cupronickelifère qu'on trouve en très grandes quantités à Sudbury. La teneur de ce minerai en nickel varie de 2 à 3 %, celle du cuivre de 1 à 2 %; la proportion de gangue est extrêmement variable, celle du soufre peut descendre jusqu'à 20 %.

Dans le traitement, on s'est proposé non seulement d'obtenir le nickel renfermé dans le minerai, mais aussi le cuivre et le soufre, celui-ci à l'état de gaz sulfureux et en vue soit d'une fabrication d'acide sulfurique ou de bisulfite de chaux pour le blanchiment de la pâte à papier, soit d'anhydride sulfureux liquéfié pour les machines frigorifiques.

Comme le cuivre existe dans le minerai sous la forme de veines de chalcopryrite distinctes de la masse, il est très facile de reconnaître ces veines et de les séparer à la main. On fait donc un premier scheïdage qui fournit deux sortes de minerais : l'une, très riche en cuivre, qui est traitée directement et séparément pour matte de cuivre par les procédés ordinaires ; l'autre, qui contient en moyenne 3 % de nickel, 0,5 % de cuivre, 28 % de soufre, 50 % de fer et 0,01 % de phosphore, sert de matière première à la nouvelle industrie.

Le traitement consiste en : 1° une élimination du soufre par grillage avec obtention du gaz sulfureux ; 2° une réduction des oxydes de fer et de nickel constituant le minerai ainsi grillé en vue d'obtenir une fonte nickelifère.

La première opération se fait dans un four de forme spéciale, imaginé par M. Ernst A. Sjöstedt ; la deuxième se fait au haut fourneau ordinaire ou dans un four électrique du même inventeur. Nous allons en donner la description d'après l'*Iron Age*.

Difficultés du grillage. — La pyrite de fer magnétique ($\text{Fe}^{\text{Fe}}\text{S}_2$) contient beaucoup moins de soufre que la pyrite martiale ordinaire (FeS_2) et son grillage est plus difficile puisque la chaleur dégagée par la combustion des pyrites résulte surtout de la combustion à l'état de gaz sulfureux du soufre qu'elles renferment. Comme la pyrite ordinaire se grille très aisément, qu'elle se rencontre en gisements nombreux et riches et que son rendement en SO_2 est beaucoup meilleur, l'emploi de la pyrite magnétique par les fabricants d'acide sulfurique a été complètement délaissé. On a essayé à Sault-Sainte-Marie, pour la pyrite de Sudbury, les meilleurs fours en usage pour le grillage de la

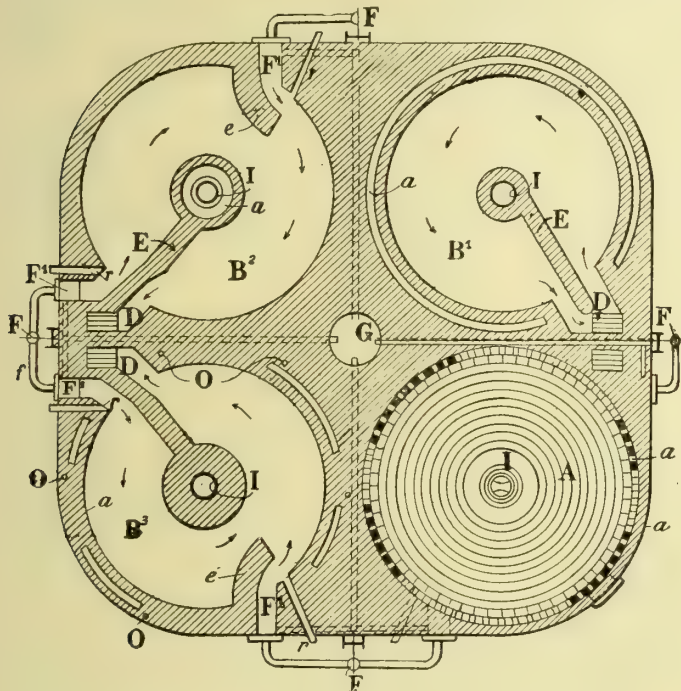


Fig. 1. — Coupes horizontales du four suivant RSPQ et VXYZ.

pyrite ordinaire ; même en les modifiant dans leur marche et dans leurs détails ils se sont montrés insuffisants ; c'est alors qu'on a étudié un modèle de four dans lequel devaient être réalisées les conditions suivantes :

- 1° Réduire au minimum les pertes de chaleur par rayonnement ;
- 2° Utiliser le mieux possible la chaleur dégagée par la combustion de la pyrite ;
- 3° Griller avec la quantité d'air juste nécessaire pour que la combustion soit complète ;
- 4° Si, malgré ces précautions, la température ne se maintient pas assez haute pour que la combustion se poursuive, fournir de la chaleur supplémentaire au moyen d'une source extérieure, mais seulement en cas de besoin ;
- 5° Obtenir un gaz sulfureux assez riche pour pouvoir être utilisé dans les industries précitées.

Four de grillage, système Sjöstedt. — Ces conditions sont réalisées d'une façon économique et simple dans le four vertical à chicanes pour minerai pulvérisé, représenté sur les figures 1 et 2. Les caractéristiques principales de ce four sont :

- 1° La réunion de quatre fours en un même massif en vue de réduire les pertes de chaleur par rayonnement ;
- 2° Le renouvellement des surfaces du minerai au moyen de râtaux L montés sur un même axe de rotation vertical I ;
- 3° L'existence de chambres de chauffe B^1, B^2, B^3 , formant mouffes dans les parties inférieures et supérieures, distinctes et isolées des chambres de combustion A^1, A^2, A^3, A^4, A^5 ;
- 4° Le minimum de hauteur donné aux chambres de combustion,

rendu possible par la façon de caler les bras des râtaux sur l'arbre vertical I ; leur mise en place s'effectue en effet en poussant simplement le bras dans son logement dans le sens de sa longueur et en lui faisant ensuite faire un quart de tour. L'arbre et les bras sont en fonte et creux, parcourus à l'intérieur par un courant d'air, mais fermés à leurs extrémités, de façon à éviter qu'ils ne puissent servir de chemin pour une rentrée d'air dans les chambres de combustion ;

5° L'alimentation continue, au moyen de vis sans fin embrayées sur l'arbre de transmission qui donne le mouvement à l'axe des râtaux.

Le minerai est chargé dans la trémie N ; il se répand dans la chambre de combustion A^1 et y chemine du centre à la périphérie à cause de l'orientation convenable des dents du râteau L. Il passe dans la chambre A^2 placée immédiatement au-dessous, par des orifices a ; dans cette chambre, grâce à l'orientation des dents du râteau qui est inverse de celle des dents du précédent, il chemine de la périphérie au centre et ainsi de suite alternativement jusqu'en bas ; le minerai grillé sort par O ; l'air nécessaire à la combustion arrive en quantité exactement mesurée par ce même orifice O. Cet air a été préalablement chauffé dans des appareils échangeurs de chaleur analogues à ceux qui servent à chauffer le vent des hauts fourneaux. Le gaz sulfureux sort par M.

Le chauffage se fait au gaz ou avec des combustibles liquides amenés en F et admis par F^1 dans les chambres inférieures. Les gaz enflammés frappent le mur e qui les force à tourbillonner ; ils sortent en D qui est un carneau vertical faisant communiquer la chambre B^3 avec la suivante B^2 . Dans celle-ci, il y a également un mur de séparation E qui les oblige à faire tout le tour et à réchauffer tous les points

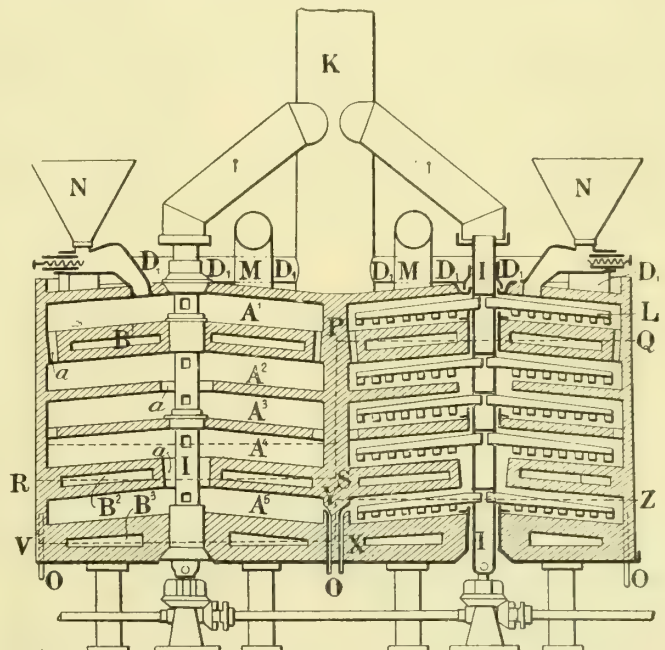


Fig. 2. — Coupe transversale du four à pyrites.

de la sole de la chambre de combustion ; il en est de même de la suivante. Les fumées des quatre fours d'un même massif se réunissent par D_1 dans une seule et même cheminée K (fig. 1). En r , sont des regards qui permettent de se rendre compte de la combustion et de la température dans les chambres de chauffe ; il y a de semblables regards pour les chambres de combustion ; ils ne sont pas représentés sur la figure.

Le conduit vertical G, placé au centre du massif, amène l'air qui est envoyé sous pression dans les brûleurs F^1 au moyen d'un ventilateur Root ; il se réchauffe par son passage dans le massif des quatre fours.

Avec quatre de ces massifs, soit seize fours, on peut griller 40 tonnes de minerai par jour. Au début, on utilisait le gaz à l'eau pour la chauffe supplémentaire ; aujourd'hui, grâce à quelques modifications de détail et à une meilleure connaissance du fonctionnement de l'appareil, cela n'est plus nécessaire même quand la teneur du minerai en soufre descend à 25 ou 20 %. Le gaz sortant des chambres de combustion titre de 7 à 9 % de SO_2 . Le minerai grillé renferme encore de 1 à 3 % de soufre ; on peut cependant faire descendre sa teneur à 0,75 %, mais alors il faut un excès d'air, et le gaz sulfureux devient trop pauvre pour pouvoir être utilisé. L'expérience a montré qu'il était économique de faire le grillage en deux temps : d'abord un grillage incomplet avec production d'un gaz très riche et d'un minerai tenant encore de 4 à 5 % de soufre ; ensuite un repassage et un grillage à mort de ce minerai grillé, en marchant avec un excès d'air et en laissant perdre le gaz sulfureux.

Four électrique de réduction, système Sjöstedt. — Ce four, représenté sur les figures 3 et 4, se compose des différentes parties suivantes : un corps de fourneau rectangulaire A ayant un water-jacket à hauteur

Les mêmes surfaces placées à l'arrière de la nacelle donnent de très mauvais résultats.

On voit que les surfaces d'empennage strict sont considérables et qu'on peut prévoir de ce côté de grandes difficultés pratiques de construction. On peut cependant espérer en triompher, d'une part en modifiant le mode d'application de la force propulsive et, d'autre part, en faisant concourir la carène elle-même à l'empennage.

Treuil électrique de mines.

La Société des ardoisières de Renazé (Mayenne) installe actuellement, d'après un programme établi par M. Delaporte, administrateur-délégué du Comptoir général d'Électricité, un treuil d'extraction électrique, fonctionnant à des vitesses et sous des charges très variables, dans ses carrières d'ardoise pour l'extraction du schiste que l'on y trouve à une profondeur d'environ 200 mètres.

L'appareil, étudié par la Société Westinghouse, est composé de deux bobines t , fixées sur le même arbre, permettant l'enroulement, sur chacune d'elles, de 200 mètres de câble plat en acier. Le diamètre d'enroulement augmente ainsi à mesure que la remontée s'effectue.

La commande est faite au moyen d'engrenages, par deux moteurs Westinghouse M, type traction, de 115 chevaux chacun sous 250 volts. Ces moteurs reposent d'un côté, par des paliers, sur le premier arbre d'attaque a du treuil, et de l'autre ils sont suspendus par l'intermédiaire de ressorts, de façon à réduire les à-coups. L'ensemble des

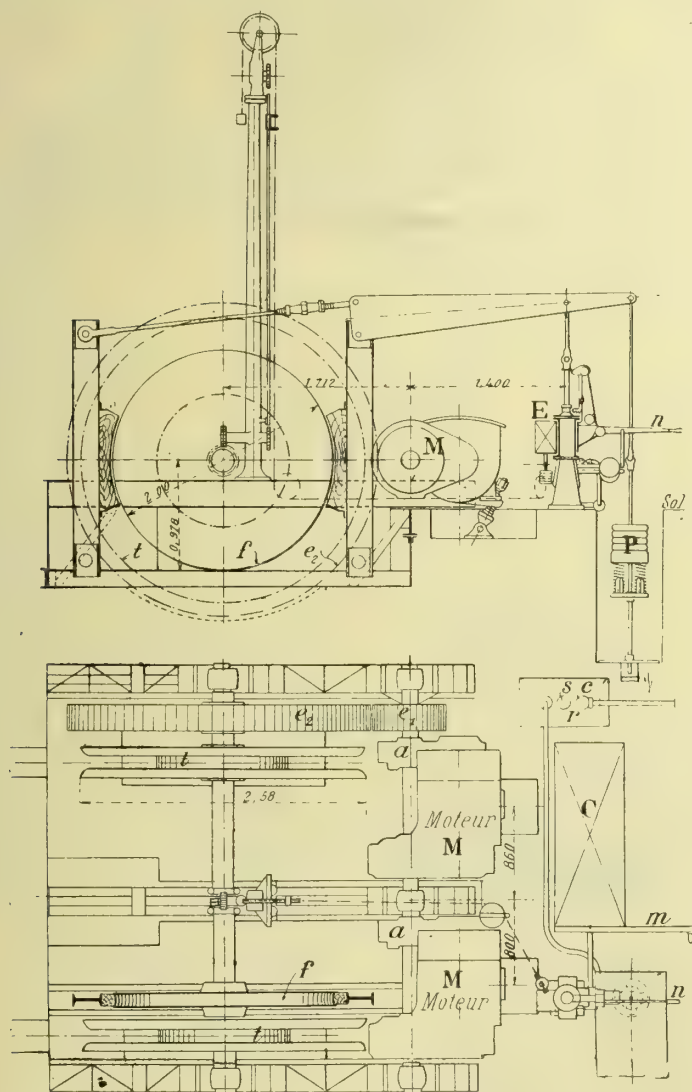


FIG. 1 et 2. — Élévation et plan du treuil d'extraction électrique.

bobines, des engrenages et des moteurs, est supporté par un bâti rigide, et ancré au moyen de boulons de fondation.

La manœuvre a lieu au moyen d'un contrôleur C (fig. 2) servant simultanément aux deux moteurs, groupés en parallèle ou en série, avant la mise en route, suivant le poids des blocs de schiste. Le contrôleur comporte une seule manette m permettant d'obtenir toutes les positions de marche, ainsi que le renversement du sens de rotation des moteurs, par une manœuvre inverse et symétrique. Un ressort ramène cette manette au point d'arrêt, dès que le mécanicien cesse de la maintenir. Une touche spéciale, insérant une grande résistance dans les circuits, sert à marcher à vitesse ralentie pour la visite des câbles.

Le frein est constitué (fig. 1 et 2) par l'ensemble de deux sabots en bois, montés sur des fers verticaux, et appuyant sur la jante du tambour f . Un poids P , qui agit à l'extrémité d'un levier supérieur, maintient le frein constamment serré; pendant la marche un électro-aimant E , qui commande la distribution d'un cylindre à air comprimé, soulève la soupape de commande et produit ainsi le desserrage du frein en équilibrant le contrepoids P . En cas de rupture du courant, l'admission de l'air comprimé est interrompue, et l'échappement ouvert, de sorte que le contrepoids continue seul à agir, et bloque immédiatement les tambours.

Le plan montre la conduite d'air comprimé, sur laquelle est interposé un réservoir d'air r , muni d'un clapet de retenue c et d'une soupape de sûreté s .

Le levier n , manœuvré par le mécanicien, sert à produire un freinage modéré, en modifiant à volonté la distribution de l'air comprimé dans le cylindre.

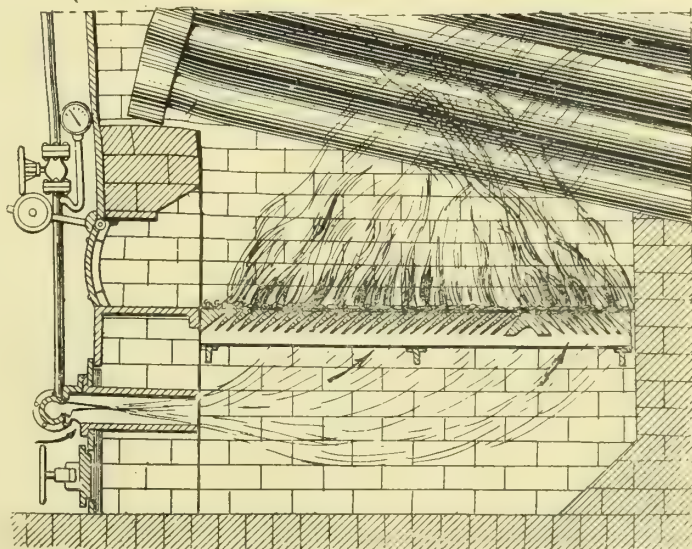
Un indicateur de position, monté sur une colonne entre les tambours t (fig. 1), est commandé par une vis tangente montée sur l'arbre des tambours, et permet à chaque instant de se rendre compte de la hauteur des bassicots dans le puits. A fin de course, le curseur agit sur une transmission par cordes, visible sur la figure 1, et qui, après passage sur plusieurs poulies de renvoi, aboutit à la distribution du cylindre à air et produit le freinage d'urgence, constituant ainsi un évite-molettes.

L'usine génératrice de l'énergie électrique pour cette installation comporte deux alternateurs triphasés Westinghouse, à excitation indépendante, de 200 kilowatts à 5 000 volts et 50 périodes, commandés par câbles.

L'énergie est utilisée pour la commande des pompes et compresseurs d'air, des treuils de fond, des perforatrices, pour l'éclairage et autres services accessoires des différents puits. Il a fallu, pour la commande du treuil d'extraction, transformer le courant alternatif en courant continu, et à cet effet, on a installé dans une sous-station, à 1 kilom. environ de l'usine, un transformateur rotatif, formé par un moteur triphasé à induit enroulé, de 120 à 130 kilowatts (sous 5 000 volts) accouplé par un manchon semi-élastique à une dynamo de 120 kilowatts.

Grille à lames de persiennes et à soufflerie de vapeur.

La grille à lames de persiennes, système Poillon, que représente la figure ci-dessous, est formée de barreaux inclinés, à section trapézoïdale, disposés suivant la largeur du foyer. Les intervalles qui séparent leurs faces supérieures sont aussi étroits qu'il est nécessaire pour brû-



Coupe transversale d'une grille Poillon en fonctionnement.

ler complètement tous les combustibles avec la consommation d'air minimum. Les lumières sont plus larges à la partie inférieure, pour faciliter l'accès de l'air et pour forcer ces lames à s'épanouir en éventail.

Les premières séries de barreaux, les plus voisines de la porte, sont inclinées vers l'autel, de façon que l'air pousse les flammes dans cette direction, évitant ainsi les coups de feu qui se produisent quand un jet de flammes vertical d'une hauteur anormale vient frapper directement les bouilleurs ou les tubes. Les dernières séries de barreaux, au contraire, présentent une inclinaison inverse. Cette disposition procure un brassage des gaz près de l'autel, brassage qui facilite leur combustion complète. La constatation de l'absence d'oxyde de carbone

dans les fumées permet de se rendre compte si cette condition est bien réalisée. Cette disposition de la grille est complétée par l'installation d'un injecteur de vapeur placé, comme le montre la figure, au milieu de l'arrivée d'air dans le cendrier. Le tirage peut être ainsi réglé et poussé dans des limites plus étendues que ne le permettent les cheminées à tirage naturel. On évite, en outre, les rentrées d'air froid par la porte du foyer chaque fois que celle-ci est ouverte.

La fumivorité, la facilité du dégrassage de la grille, à laquelle les mâchefers n'adhèrent pas, sont d'autres avantages appréciables du système, qui peut être installé sans difficulté sur toutes sortes de foyers.

Les expériences exécutées au Laboratoire d'essais du Conservatoire des Arts et Métiers, par le service de la section des machines (1), ont permis de préciser l'économie et la puissance de vaporisation qu'il procure.

Dans ces essais, on a comparé la grille ordinaire de la chaudière du laboratoire avec une grille Poillon, pour plusieurs qualités de combustible. Les températures ont été mesurées avant le registre et dans les carneaux; les dépressions produites par le tirage, au cendrier, au foyer et avant le registre.

La vapeur consommée par les souffleurs, empruntée à une petite chaudière spéciale, a été mesurée à part. On a constaté que la quantité d'eau qu'elle entraînait était insignifiante.

La vaporisation par kilogramme de combustible, avec du charbon tout-venant, a été, dans une série d'essais, 5^{kg} 6 avec la grille ordinaire et 7^{kg} 2 avec la grille Poillon (soufflerie déduite). La soufflerie consommait seulement 3,3 % de la vapeur produite par la chaudière.

Le prix du tout-venant étant 34 fr. 50 et celui des fines 26 fr. 50 la tonne rendue sur place, le prix de revient des 1 000 kilogr. de vapeur s'établit ainsi :

	Grilles	
	ordinaire.	Poillon.
Tout-venant 1 ^{re} livraison	Fr. 6,21	4,76
Tout-venant 2 ^e livraison	— 5,25	»
Fines	— »	4,00

On a en outre constaté, dans ces essais, la fumivorité du foyer et l'absence des dards de flamme qu'assure la disposition inclinée des barreaux, au grand avantage de la durée des tôles du foyer.

Barrage-réservoir François-Joseph pour l'alimentation de la ville de Komotau (Bohême).

Les figures 1 et 2 représentent en coupes un barrage-réservoir destiné à alimenter la ville de Komotau et à emmagasiner 700 000 mètres cubes d'eau. Il a été achevé à la fin de l'année dernière. Ses dimensions principales sont les suivantes :

Hauteur totale	mètres.	42,50
Hauteur du parement (maximum)	—	35,50
Profondeur maximum du bassin	—	34
Profondeur maximum des fondations	—	16
Largeur en couronne	—	4
Cube de maçonnerie	mètres cubes.	41 000

La surface du plan d'eau du bassin, quand celui-ci est complètement rempli, atteint 5,6 hectares.

La longueur du barrage est de 52 mètres au pied et de 155 mètres en couronne; il présente en plan la forme d'un arc de cercle de 250 mètres de rayon. Le profil transversal (fig. 1) a été déterminé de façon que la pression maximum dans la maçonnerie atteigne 5^{kg} 9 par centimètre carré quand le réservoir est vide, et 6^{kg} 1 quand il est en charge.

Les pressions minima correspondantes sont 0^{kg} 55 et 0^{kg} 15. La densité de la maçonnerie a été estimée 2 400 kilogr. par mètre cube.

Les fondations, qui s'appuient sur le gneiss, ont présenté des difficultés, le rocher compact ne s'étant rencontré qu'à des profondeurs au-dessous du sol atteignant en certains endroits 16 mètres. Ces portions spéciales ont été exécutées en béton de ciment pilonné, après que la roche eut été fortement mise à vif, lavée et grattée, et toutes les crevasses bourrées de mortier.

L'étanchéité du barrage a été assurée non seulement par une exécution soignée de tout l'ouvrage, mais par un revêtement d'asphalte et de goudron sur le parement amont, revêtement protégé lui-même par des blocs de béton.

Une tour demi-cylindrique, accolée à ce parement amont, renferme le puits de vidange et de drainage, de 1^m 75 de diamètre, au fond duquel se trouvent la conduite et les vannes de décharge. La galerie inférieure reçoit aussi les eaux drainées dans l'intérieur de la maçon-

nerie par les tuyaux verticaux, visibles sur la figure 2, et qui sont espacés de 2 en 2 mètres.

Des tuyaux, dont les orifices sont disposés dans le puits à différentes hauteurs, permettent de puiser l'eau du réservoir à tel ou tel niveau, soit pour l'admettre dans la conduite, soit pour la rejeter.

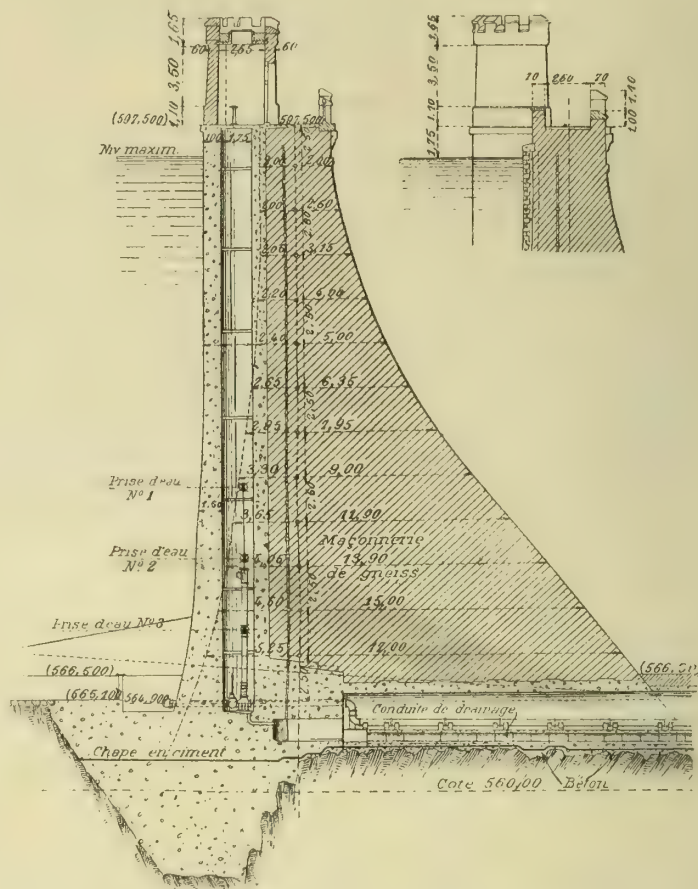


Fig. 1 et 2. — Coupes transversales du barrage par la prise d'eau et en avant de la prise d'eau.

Deux conduites a et b munies d'un jeu de vannes (fig. 3 et 4) permettent de diriger les eaux soit par a dans un canal de décharge, soit par b dans un réservoir r, point de départ de la canalisation proprement dite, et non représentée ici.

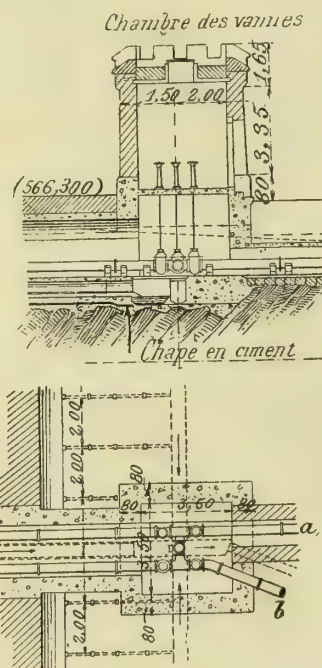


Fig. 3 et 4. — Coupe verticale et plan de l'extrémité de la galerie de prise d'eau.

Les hautes eaux sont évacuées par un déversoir de surface, de 22 mètres de longueur, situé à l'une des extrémités du barrage à flanc de coteau; la cascade ainsi formée tombe sur des gradins en béton qui descendent jusqu'au fond de la vallée et préviennent l'affouillement du terrain.

A l'amont du réservoir, une installation de filtres dessert une conduite qui se rend directement au petit bassin r. On peut ainsi alimenter la ville sans passer par l'intermédiaire du réservoir.

La galerie inférieure présente une section de 1^m 20 de largeur sur 1^m 80 de hauteur.

La conduite d'eau aboutit à des filtres et des réservoirs placés à 90 mètres au-dessus du niveau moyen des rues de Komotau. Les deux réservoirs contiennent 2 500 mètres cubes. Le débit ordinaire est de 40 litres et monte exceptionnellement à 90 litres par seconde.

Le barrage François-Joseph, dont les travaux ont été commencés en 1900 et terminés en 1903, est, d'après l'*Oesterreichische Wochenschrift*, le premier grand barrage exécuté en Bohême, et le plus important de ce genre qui existe dans toute l'Autriche.

(1) Voir dans le *Génie Civil*, t. XLV, n° 3, p. 33, et n° 4, p. 53, la description de cette section.

SOCIÉTÉS SAVANTES ET INDUSTRIELLES

Société des Ingénieurs civils.

Séance du 17 juin 1904.

Présidence de M. H. COURRIOT, Président.

M. le Président annonce que :

Le *Prix Annuel* est décerné à M. Henri BÉNARD pour son mémoire : *les Phares du Sud de la mer Rouge et leur installation* ;

Le *Prix Michel Alcan* a été attribué à M. LÉON GUILLET pour son mémoire : *la Métallographie microscopique et son utilisation comme méthode d'essais* ;

Le *Prix François-Coignet* a été décerné *ex æquo* : à M. R.-V. PICOU pour son mémoire sur *la Régulation des moteurs appliqués à la commande des machines dynamo-électriques* ; et à M. E. HOSPITALIER pour son mémoire : *Observations et enregistrement des phénomènes périodiquement et rapidement variables*.

M. H. COURRIOT présente un compte rendu sommaire de l'*Excursion de la Société dans le bassin houiller du Nord et du Pas-de-Calais*.

Cette intéressante excursion comportait la visite des mines d'Anzin, de Marles, de Bruay, de Lens et de l'Exposition d'Arras. Des monographies détaillées de chacune de ces installations seront publiées ultérieurement dans le Bulletin de la Société.

M. L. GUILLET présente une communication sur la *Classification, les propriétés et l'utilisation des aciers spéciaux ternaires*.

Il définit un acier ternaire : un alliage de fer, de carbone et d'un troisième corps, métal ou métalloïde, et rappelle ce qu'il a déjà dit sur les aciers au nickel, au manganèse, au chrome et au tungstène⁽¹⁾.

Il étudie ensuite l'influence du molybdène, qui joue à peu près le même rôle que le tungstène. Le cobalt n'apporte, du moins jusqu'à 30 %, aucune modification dans la structure et les propriétés des alliages fer-carbone.

Le silicium, au contraire, précipite le carbone à l'état de graphite, dès que l'acier en renferme 5 % ; il forme, jusqu'à 15 %, une solution solide avec le fer. Au delà de 15 %, on voit apparaître le composé connu FeSi.

Le titane et l'étain ne donnent pas les mêmes résultats que le silicium ; dans les aciers qui ont été étudiés et qui renfermaient jusqu'à 10 % d'étain ou de titane, tout le carbone est à l'état de carbure de fer ; tandis que le titane est toujours en solution, l'étain forme une combinaison qui apparaît nettement au microscope, mais qui n'a pu encore être isolée.

M. Guillet, étudiant en détail la constitution, les propriétés et les actions possibles des aciers à l'aluminium et au vanadium, montre que l'aluminium entre en solution dans le fer.

L'addition d'aluminium n'a pas d'influence sur la charge de rupture et sur la limite élastique ; mais, dès que le pourcentage de ce métal est suffisamment élevé, les allongements et les strictionnements deviennent extrêmement faibles, même nuls.

Les aciers au vanadium ont été étudiés avec soin, le vanadium allant en croissant depuis 0,2 à 10 %. Le vanadium commence par saturer le fer, puis se porte sur le carbone. Il augmente très rapidement la charge de rupture et la limite élastique, sans diminuer ni les allongements, ni la striction, ni la résistance au choc. Les aciers au vanadium perlitiques semblent avoir un brillant avenir.

Avant de conclure, M. Guillet montre l'application des théories récentes à deux groupes d'acier quaternaires : les aciers au nickel-manganèse, les aciers au nickel-silicium. Ces derniers sont extrêmement intéressants ; certains types ont conduit à des charges de rupture extraordinairement élevées qui ont atteint jusqu'à 220 kilogr. ; malgré cela les allongements étaient de 10 % et la résistance au choc de 10 kilogrammètres.

En résumé, les aciers ternaires se divisent en cinq groupes :

1° Aciers perlitiques (tous les éléments donnent des aciers perlitiques, quand leur pourcentage n'est pas très élevé) ;

2° Aciers martensitiques (aciers au nickel, manganèse ou chrome) ;

3° Aciers à fer γ (aciers au nickel ou au manganèse) ;

4° Aciers à carbure (aciers au chrome, tungstène, molybdène, vanadium) ;

5° Aciers au graphite (aciers au silicium).

Les plus intéressants sont certainement les aciers perlitiques, mais leurs propriétés dépendent essentiellement de l'élément qui est en solution dans le fer ou qui s'est substitué au fer de la cémentite.

M. H. LE CHATELIER présente à ce sujet quelques remarques d'ordre général.

Les recherches de métallurgie faites dans les laboratoires scientifiques ne jouissent pas toujours d'un grand crédit près des industriels. On leur conteste souvent une réelle utilité pratique. Ce reproche est tout à fait injuste. Les études d'Hopkinson, par exemple, sur le magnétisme des aciers au nickel, ont fourni des indications précieuses aux fabricants de ferronickel en leur révélant l'existence de deux variétés allotropiques de ces alliages. Les recherches de M. Osmond sur les points de transformation des aciers spéciaux ont été mises à profit pour la fabrication des aciers rapides à outils. Mais, dans bien des cas, la séparation dans le temps et l'espace entre les recherches premières et leurs applications pratiques rend difficile de saisir le lien qui les réunit, et qui n'en existe pas moins.

Les recherches de M. Guillet sont à ce point de vue particulièrement intéressantes. C'est dans le même laboratoire, dans les mêmes usines, que se sont succédé à bref délai les études sur les aciers au nickel et leur emploi dans la fabrication par milliers de kilogrammes, ou encore les recherches théoriques sur la cémentation. Les résultats matériels fournis par les études de laboratoire sont alors indéniables. On est donc en droit d'espérer que l'exemple donné par M. Guillet sera suivi par des usines de plus en plus nombreuses.

A. B.

Académie des Sciences.

Séance du 20 juin 1904.

Chimie. — *Emanations et radiations*, par M. BERTHELOT.

L'origine et la constitution des émanations et des radiations récemment observées par un grand nombre d'opérateurs, ont fait naître des hypothèses nouvelles sur la constitution de la matière, des corps simples et composés, à l'égard desquelles il convient d'être extrêmement prudent.

M. Berthelot montre comment certains phénomènes connus depuis longtemps sont analogues à des émanations, par exemple l'odeur des métaux, laquelle n'est pas accompagnée de déperdition de poids sensible. Il rappelle également le rôle que peuvent jouer des particules en suspension dans les gaz et la quasi impossibilité de les en débarrasser absolument ; de même la complexité de certaines émanations qu'on croyait simples autrefois. Ainsi l'émanation du phosphore, l'une des mieux connues aujourd'hui, contient à la fois la vapeur du phosphore, la vapeur de plusieurs de ses oxydes, l'ozone, la vapeur d'eau et celle de l'acide azotique ; les effets de corps aussi différents ne sauraient être assimilés à ceux d'une substance unique. L'analyse exacte et détaillée des effets de toute émanation est donc indispensable, comme le montrent d'ailleurs les expériences de M. Ramsay.

Malheureusement l'existence de semblables condensations, altérations superficielles et émanations est due à des poids de matière si petits qu'ils échappent à toutes nos mesures pondérales. Elle n'en est pas moins rendue incontestable par des phénomènes dont la sensibilité est incomparablement plus grande que celle de ces mesures, c'est-à-dire par des perceptions spectroscopiques, phosphorescentes, magnétiques, électriques et physiologiques diverses.

Il n'en reste pas moins vrai que si les belles découvertes qui se succèdent chaque jour doivent, à juste titre, exciter notre admiration, plus elles sont importantes et inattendues, plus il convient de n'introduire dans leur discussion que des observations irréprochables, et surtout de distinguer entre la certitude des faits (sur plus d'un point, insuffisamment consi-

latés) et les interprétations mystiques ou singulières que l'amour du merveilleux tendrait à confondre avec les faits eux-mêmes.

Chimie analytique. — *Séparation électrolytique du nickel et du zinc*. Note de MM. HOLLARD et BERTIAUX, présentée par M. Gautier.

La séparation électrolytique du nickel et du zinc, par les procédés ordinaires de l'électrolyse, est impossible à cause des valeurs très rapprochées de leurs tensions de polarisation. Les auteurs indiquent une nouvelle méthode de séparation qui consiste à faire passer le zinc à l'état de nitrite de zinc et d'ammoniaque. Ce sel, en effet, ne s'électrolyse pas ; c'est un sel complexe et il ne donne donc pas d'ions Zn.

Chimie minérale. — I. — *Sur un nouveau carbure de molybdène MoC*. Note de MM. H. MOISSAN et K. HOFFMANN.

Un carbure de molybdène de formule MoC a déjà été préparé en partant du bioxyde de molybdène et du charbon chauffés pendant dix minutes, avec un courant de 800 ampères sous 50 volts.

En abordant l'étude de différents alliages de molybdène, les auteurs ont eu l'occasion de préparer un nouveau carbure de ce métal répondant à la formule MoC.

On l'obtient en chauffant au four électrique un mélange de fonte de molybdène, de charbon et d'aluminium en excès. C'est un corps dur, qui s'attaque difficilement par les acides, sauf par l'acide nitrique, et qui n'est pas décomposable par l'eau froide ou par la vapeur d'eau à 600 degrés. Ce carbure est analogue au carbure de tungstène de M. Williams. Cette analogie s'explique, le molybdène et le tungstène étant des métaux voisins. Il est vraisemblable que, sous forme de carbure double, ce composé peut intervenir dans les aciers au molybdène. Par sa préparation, on voit qu'à la température d'ébullition de l'aluminium on obtient un composé du molybdène qui renferme deux fois plus de carbone que si la carburation se produit à la température la plus élevée que puisse donner le four électrique.

II. — *Nouvelles recherches sur la cémentation des aciers au carbone et des aciers spéciaux*. Note de M. LÉON GUILLET, présentée par M. A. DITTE.

Dans cette note, notre collaborateur complète les résultats de son étude sur l'action cémentante d'un mélange de charbon de bois et de carbonate de potassium, lequel donne une vitesse de pénétration du carbone beaucoup plus constante que le charbon de bois seul.

D'autre part il a poursuivi l'étude de l'influence de différents ciments sur cette vitesse de pénétration ; ces recherches ont montré que :

1° L'azote, contenu dans la boîte de cémentation et qui intervient dans l'utilisation de certains ciments en formant un cyanure, ne s'épuise pas ; au contraire, les ciments renfermant les sels de potassium ont une vitesse de pénétration non constante ;

2° Les éléments dissous dans le fer (nickel, titane, silicium, aluminium, étain) retardent la cémentation, tandis que ceux qui, comme le manganèse, le tungstène, le chrome et le molybdène, d'après de nombreuses recherches, paraissent être à l'état de carbure double, avangent la cémentation ;

3° Le fer γ dissout bien le carbone à la température ordinaire.

(On a vu ci-dessus, dans le compte rendu de la séance de la Société des Ingénieurs civils, que M. Guillet a présenté un important mémoire sur la classification des aciers spéciaux ternaires.)

Chimie organique. — *Sur la présence normale de l'aldéhyde formique dans les produits de combustion et les fumées*. Note de M. A. TRILLAT, présentée par M. A. HALLER.

L'auteur a cherché à établir si la formation de la formaldéhyde, dont la présence a été signalée déjà dans la combustion incomplète de quelques corps, était un phénomène d'ordre général se produisant dans les combustions courantes.

L'intérêt de ces recherches réside en ce que cette formation normale de l'aldéhyde formique dans les fumées pourrait être une des causes de la présence de ce corps dans l'atmosphère et viendrait confirmer les expériences faites au laboratoire de Montsouris par MM. Albert Lévy et Henriot.

Ces essais de laboratoire dans lesquels on s'est rapproché le plus possible des conditions usuelles, démontrent que, dans toute combustion, même

(1) Voir le *Genie Civil*, t. XLII, n° 23, p. 369, et n° 24, p. 386 ; t. XLIII, n° 4, p. 8, n° 2, p. 23, n° 3, p. 40, n° 9, p. 134, n° 47, p. 264 ; n° 48, p. 280 ; t. XLIV, n° 18, p. 281, et n° 49, p. 298.

dans celle des hydrocarbures, il peut se former de la formaldéhyde.

Dans la pratique, et pour interpréter ces mêmes essais, on peut admettre que les doses de formaldéhyde existant dans les fumées des villes industrielles peuvent être beaucoup plus considérables que celles qui ont été obtenues dans ces expériences, car les produits de combustion, avant de se dégager dans l'air, sont presque toujours en contact avec des parois métalliques chaudes dont l'influence catalytique favorable à la formation de la formaldéhyde ne peut être mise en doute.

Économie rurale. — *Sur la maturation progressive des fromages.* Note de MM. LINDET et LOUIS AMMANN, avec la collaboration de M. HOUDET, présentée par M. Schloësing.

Les auteurs de cette note se sont proposé de suivre et de préciser par l'analyse les phénomènes chimiques qui caractérisent la maturation des fromages. Ils ont choisi comme types le camembert (pâte ammoniacale), le port-salut et le gruyère (pâtes acides) dont les échantillons ont été spécialement préparés par M. Houdet, directeur de l'École nationale de laiterie de Mamirolle.

Ces recherches ont trait surtout à la solubilisation de la caséine, à la production d'ammoniaque et d'acides volatils. La matière grasse ne prend pas part à la maturation.

Navigation aérienne. — *Sur l'empennage des carènes des ballons dirigeables.* Note de M. Ch. RENARD, présentée par M. Maurice Lévy.

(Nous donnons dans ce numéro, page 148, un compte rendu détaillé de cette communication.)

Paléontologie végétale. — *Le terrain houiller dans le nord de l'Afrique.* Note de M. Ed. BUREAU, présentée par M. Zeiller.

D'après la découverte de fossiles faites par M. Foureau, on doit admettre la présence de dépôts houillers d'eau douce dans l'extrême sud-est de l'Algérie, mais toute preuve matérielle manquait jusqu'ici pour la partie occidentale du Maroc et pour le Sud-Oranais. En ce qui concerne cette dernière région, la preuve existe maintenant; elle résulte des recherches faites par M. le lieutenant Poirmeur, du 1^{er} régiment étranger, dans un périmètre assez vaste autour de Bechar et qui ont donné lieu à la découverte de fossiles caractéristiques.

Physique. — I. — *Action du champ magnétique sur les rayons N et N₁.* Note de M. Jean BECQUEREL (1), présentée par M. Henri Becquerel.

II. — *Essai d'une méthode photographique pour étudier l'action des rayons N sur la phosphorescence.* Note de M. E. ROTHÉ, présentée par M. A. Potier.

III. — *Influence de la couleur des sources lumineuses sur leur sensibilité aux rayons N.* Note de M. C. GUTTON, présentée par M. Poincaré.

Radioactivité. — *Enregistrement continu de l'ionisation gazeuse et de la radioactivité par les méthodes de déperdition.* Note de M. Charles NORDMANN, présentée par M. Lœwy.

L'auteur donne la théorie et décrit le fonctionnement d'un appareil qu'il a construit en vue d'étudier les phénomènes de radioactivité et d'ionisation par une méthode électrique n'ayant pas les inconvénients de celles qui sont actuellement en usage.

Spectroscopie. — *Sur le spectre du fluorure de calcium dans l'arc électrique.* Note de M. Ch. FABRY, présentée par M. Deslandres.

La plupart des sels introduits dans l'arc électrique ne donnent d'autre spectre que celui du métal correspondant; il en est autrement pour les fluorures de calcium, de strontium et de baryum. En analysant la lumière d'un arc électrique jaillissant entre charbons creux remplis de l'un de ces sels on obtient, outre le spectre du métal correspondant, un très brillant spectre de bandes; on doit donc admettre l'existence de vapeurs de ces fluorures, incomplètement dissociés, à la température de l'arc électrique. Ces spectres ont une constitution relativement simple; l'auteur en donne les principales caractéristiques.

A. B.

BIBLIOGRAPHIE

Ouvrages récemment parus.

Traité de balistique extérieure, par le commandant P. CHARBONNIER, chef d'escadron d'Artillerie coloniale (2^e édition). — Un volume in-8° de 592 pages, avec figures et 13 tables numériques. — Béranger, éditeur, Paris, 1904. — Prix : 25 francs.

Dans cette nouvelle édition, largement complétée, de son *Traité de balistique extérieure*, publié en 1900 dans le *Mémorial de l'Artillerie et de la Marine*, et couronné par l'Académie des Sciences, le commandant Charbonnier présente un tableau d'ensemble, aussi logique que possible, de l'état actuel de la balistique extérieure, étudiée scientifiquement.

La balistique extérieure a pour objet le mouvement dans l'air des projectiles de l'artillerie.

Le problème balistique principal, tel que l'auteur le définit dans son introduction, consiste à étudier le mouvement d'un point matériel pesant dans un milieu en repos de densité constante qui lui oppose une résistance tangentielle, fonction de la vitesse. La terre est supposée plane et immobile; la gravité est constante en grandeur et direction.

Les problèmes secondaires concernent l'étude des modifications apportées aux solutions du problème principal par : la terre (sphéricité et rotation); la gravité (influence de l'altitude, de la latitude, convergence des verticales); l'atmosphère (variation de la densité avec l'altitude, vent); le projectile (dérivation).

Les généralités sur le problème principal font l'objet du premier livre : étude du mouvement dans le vide, équation de la trajectoire dans le vide, résistance de l'air, équations différentielles du problème principal, propriétés générales de la trajectoire dans l'air.

Le second et le troisième livre sont consacrés à la théorie d'Euler et à la théorie du tir de plein fouet.

Après avoir, dans les livres IV et V, examiné les autres cas d'intégration du problème balistique et l'influence des termes correctifs énumérés plus haut, l'auteur aborde la question des tables de tir, et la détermination des éléments à l'origine de la trajectoire. Il termine par l'étude des phénomènes sonores des projectiles (théorie du champ acoustique et mesure des vitesses basée sur ce principe).

Les formules auxquelles est arrivé le commandant Charbonnier et les tables qui les traduisent en nombres, pourront être d'une grande utilité aux Commissions d'expériences d'artillerie dans les problèmes du calcul *a priori* des trajectoires et de l'établissement des tables de tir.

Cet important ouvrage est aussi de nature à intéresser ceux qui s'occupent de mécanique générale, en leur faisant voir quel est l'état actuel d'un problème qui a été posé dès l'origine de la mécanique rationnelle et qui a fait l'objet des recherches de nombreux savants.

Traité général de l'emploi de l'électricité dans l'industrie minière. — *Sources d'énergie et production d'électricité; distribution de force motrice et lumière par courants triphasés; applications aux divers usages des mines; organisation et règlements de service*, par N. LAPOSTOLLE, Ingénieur des Arts et Manufactures, Ingénieur en chef des Services de jour des Mines de Carmaux. — Un volume grand in-8° de 290 pages, avec 67 figures. — V^e Dunod, éditeur, Paris, 1904. — Prix : 7 fr. 50.

Les installations électriques minières prenant de plus en plus d'importance, ce livre est destiné à faciliter la production, la distribution et l'emploi de l'électricité dans les mines. On y trouve rassemblés, sous une forme méthodique, non seulement les principes de l'emploi des courants (triphases plus particulièrement) mais aussi ceux de l'utilisation des gaz de fours à coke et de hauts fourneaux.

L'auteur s'étend sur le choix du courant, l'influence de la tension et de la fréquence, l'aménagement de la station centrale (excitation, tableau, transformateurs) et l'économie du système : avantages du courant triphasé et d'une station centrale unique; comparaison des diverses sources d'énergie.

Dans la partie consacrée aux applications, après un chapitre relatif à l'éclairage et aux moteurs, tous les appareils miniers (perforatrices, haveuses, exploseurs, treuils de roulage, locomotives, treuils d'extraction) sont étudiés au point de vue électrique; une étude sommaire des ventilateurs et pompes

centrifuges y est faite aussi au point de vue mécanique. Un autre chapitre concerne les industries annexes : broyage, criblage et lavage des minerais ou charbons; fabrication du coke, des agglomérés; production des remblais (excavateurs); engins divers (ponts roulants, machines-outils).

Un système d'organisation du service électrique et les textes de règlements administratifs complètent cet ouvrage.

Le Graissage industriel, par Paul TÊTEDOUX et Georges FRANCHE, Ingénieur des Arts et Manufactures. — Un volume in-8° de 210 pages, avec 134 figures. — Bernard, éditeur, Paris, 1904. — Prix : broché, 6 francs; relié, 7 fr. 50.

Les auteurs, après avoir développé la théorie du frottement qui doit servir de base à l'étude du graissage des machines, passent en revue les diverses sortes d'appareils graisseurs employés : graissage à l'air libre; graissage sous pression.

Ils examinent les variétés de lubrifiants dont l'industrie dispose, et notamment : les lubrifiants solides (graphite, plombagine, antifriction); semi-fluides (graisses consistantes); fluides (huiles végétales ou animales, glycérine, huiles minérales). Un chapitre est consacré aux appareils de contrôle.

Viennent ensuite de nombreux types de graisseurs : à charge d'eau, à poids mort, à commande mécanique; de filtres et essoreuses; puis l'étude spéciale du graissage des locomotives et des automobiles.

Le volume se termine par la description de plusieurs types de paliers, et par l'indication des précautions à prendre contre les accidents à l'occasion du graissage.

Le Radium et la Radioactivité (Propriétés générales, Emplois médicaux), par Paul BESSON, Ingénieur des Arts et Manufactures, avec une préface du docteur A. d'ARSONVAL, membre de l'Institut. — Un volume in-16 de 172 pages, avec 23 figures. — Gauthier-Villars, éditeur, Paris, 1904. — Prix : 2 fr. 75.

M. Besson passe en revue, dans cet opusculé, les rayons de Becquerel et la radioactivité, les nouvelles substances radioactives (polonium, radium, actinium). Il étudie le rayonnement, les effets physiques et chimiques des rayons de Becquerel, l'action physiologique et médicale des rayons du radium (1) la radioactivité induite, les variations d'activité des sels de radium, et termine par le résumé des hypothèses faites jusqu'ici sur la nature et les causes de la radioactivité.

Les grandes applications de l'Électricité, par A. SOULIER, Ingénieur chargé du service électrique de la Section technique de l'Artillerie. — Un volume, petit in-8° de 246 pages, avec 70 figures. — Garnier frères, éditeurs, Paris, 1904. — Prix : 2 francs.

Dans cet ouvrage de vulgarisation, l'auteur étudie sommairement les sources industrielles d'électricité, dynamos, transformateurs, etc., et passe en revue : les applications à l'éclairage des villes (choix du courant, canalisations, appareils de protection); la transmission de l'énergie (moteurs, exemples d'installations à Milan et Lausanne); la traction électrique (tramways, chemins de fer, automobiles); l'électrochimie, et l'électrothermie (four électrique et ses applications).

La Crise de la Guadeloupe, par A. BLANCAN, docteur en droit, commissaire des troupes coloniales de réserve. — Un volume in-8° de 200 pages. — Rousseau, éditeur, Paris, 1904. — Prix : 5 francs.

Recherchant les causes et les remèdes de la crise que subit la Guadeloupe, l'auteur, après un préambule où il retrace l'historique de la question, étudie l'organisation politique, administrative et judiciaire de notre colonie, puis son organisation financière, budget colonial et budget local. Il s'attache ensuite à montrer le rôle de l'agriculture et des établissements de crédit agricole, de la main-d'œuvre indigène ou étrangère, du régime douanier et de la question du change.

(1) Voir le *Génie Civil*, t. XLIV, n° 44, p. 164; n° 42, p. 183; n° 43, p. 499, et t. XLV, n° 2, p. 17.

Le Gérant : H. AVOIRON.

IMPRIMERIE CHAIX, RUE BERGÈRE, 20, PARIS.

(1) Voir le *Génie Civil*, t. XLV, n° 3, p. 46; n° 6, p. 102, et n° 8, p. 443. (Comptes rendus de l'Académie des Sciences.)

Revue des principales publications techniques.

AGRICULTURE

Le Solanum Commersonii et ses variations. — Dans une communication à la Société nationale d'Agriculture (*Bulletin* de mars 1904), M. LABERGIERIE, propriétaire à Verrières (Vienne), expose les essais de culture auxquels il s'est livré sur une nouvelle variété de pommes de terre, le *Solanum Commersonii*, rapportée de l'Uruguay par M. Heckel, directeur de l'Institut colonial de Marseille.

L'auteur décrit tout d'abord l'aspect et la végétation du nouveau solanum, tel qu'il se présente à l'état sauvage, avec sa floraison abondante, au parfum fortement jasminé, la saveur amère et la couleur jaune verdâtre de la chair de ses tubercules. Le solanum Commersonii ne paraît s'acclimater vraiment au sol où on l'implante que la seconde année; les terrains humides et frais, exposés au soleil, lui conviennent particulièrement; il présente de la résistance aux gelées et une grande immunité aux maladies qui sévissent sur les pommes de terre. Ses tubercules ont une grande densité, leur richesse en fécule est considérable et malgré leur saveur amère, ils sont très appréciés des animaux, après cuisson. Tel qu'il se présente, le solanum Commersonii mérite déjà, d'après M. Labergerie, l'attention des agriculteurs et même des industriels, le parfum de ses fleurs donnant un alcoolat à odeur exquise, aromatique, très persistante.

M. Labergerie indique ensuite les modifications très sensibles subies par ce végétal au cours des cultures qu'il en a faites, depuis 1901; il signale entre autres les variations à peau jaune, à peau rose, à peau violette, dans lesquelles la fleur n'exhalait plus aucun parfum et les tubercules offraient une supériorité croissante de saveur et de rendement; ceux-ci, au lieu d'être placés sur les prolongements des rameaux souterrains, se présentaient groupés en quantité à la base des tiges aériennes, émergeant parfois même au-dessus du sol. La variation à peau violette donna, en 1903, un rendement de 103 000 kilogr. à l'hectare. Une telle production, l'immunité aux maladies, un arrachage facile, une saveur délicate, l'accueil favorable que lui font les animaux, la facilité des soins culturaux, recommandent ce nouveau solanum à l'attention des agriculteurs.

D'après les remarques formulées par M. SCHREIBAU à la suite de cette communication, il susciterait de plus un intéressant problème pour les biologistes, car on ne peut encore déterminer exactement si les modifications profondes qu'il subit, après culture, sont dues à une variation spontanée de la race ou sont le résultat d'un croisement naturel avec le solanum tuberosum.

Station agronomique pour le contrôle des semences, à Vienne. — L'*Oesterreichische Wochenschrift*, du 14 mai, donne les plans d'une nouvelle station agronomique construite par les soins du Ministère de l'Agriculture d'Autriche-Hongrie, à Vienne.

C'est un pavillon à deux étages, entouré de jardins, servant d'habitation au directeur et contenant de nombreux laboratoires avec les installations nécessaires pour les études physiques, chimiques, microscopiques et bactériologiques.

CHEMINS DE FER

Application de la puissance mécanique aux travaux de renouvellement des voies. — La Compagnie P.-L.-M. vient de faire des essais intéressants de l'application de la force mécanique aux travaux d'entretien et de réfection des voies, notamment pour la pose et la dépose des tirefonds et pour le bourrage du ballast sous les traverses. Comme on le sait, ces opérations, faites jusqu'ici uniquement à la main, sont longues et coûteuses.

L'installation, dont la description a été donnée dans le numéro de mai de la *Revue générale des Chemins de fer*, comporte un groupe électrogène locomobile, qu'on peut déplacer le long de la voie, et qui fournit l'énergie transmise jusqu'à une distance de 1 kilom. environ, aux tirefonnes et aux bourreuses. Ces derniers appareils recueillent, à l'aide de

trolleys, le courant qui circule dans une canalisation électrique démontable, à double fil.

La dynamo génératrice est actionnée par un moteur à vapeur vertical compound à deux cylindres, d'une puissance de 25 chevaux. Il est alimenté par une petite chaudière tubulaire, timbrée à 12 kilogr. Le courant est continu, sous une tension de 220 volts. Le poids du wagonet électrogène est de 3 300 kilogr., sans y comprendre les approvisionnements en eau et en charbon. La canalisation est constituée par du fil de cuivre de 5 millimètres de diamètre, supporté tous les 50 mètres par des échelles doubles.

Les tirefonnes sont munies d'une dynamo réceptrice commandant, par des arbres reliés au moyen de joints à la cardan, l'outil qui sert, soit à visser, soit à dévisser les tirefonds, suivant le sens de rotation. Celui-ci est à axe vertical et porte, à son extrémité, une clé à douille, mobile longitudinalement, pourvue d'un embrayage à griffes que l'ouvrier peut saisir par deux poignées. Le poids d'une tirefonne est de 150 kilogrammes.

Les bourreuses sont formées des mêmes éléments, sauf que les outils agissent par percussion et non par rotation. Ces outils, inclinés par rapport à la verticale, agissent deux à deux en opposition pour enfoncer le ballast sous chaque traverse. Une ligne téléphonique mobile complète l'installation.

Le travail mécanique se fait avec une rapidité sept fois plus grande qu'à la main et permet de réduire d'environ un tiers le coût de la main-d'œuvre. Ces résultats encourageants ont incité la Compagnie P.-L.-M. à étendre l'emploi de ces appareils sur l'ensemble du réseau.

Locomotive à bogie pour service mixte des chemins de fer de l'État belge. — La locomotive à trois essieux accouplés et à bogie, que l'administration des chemins de fer de l'État belge vient de mettre en service, et dont la description figure dans le numéro de mai du *Bulletin du Congrès des chemins de fer*, est remarquable par ses proportions et sa puissance. Elle peut remorquer soit des trains lourds de voyageurs sur profil accidenté, soit des trains de marchandises à marche rapide.

Sa chaudière, timbrée à 14 atmosphères, a une surface de chauffe de 173 mètres carrés et une surface de grille de 2^m 84. Le combustible employé est le charbon menu, additionné de briquettes de houille. Les cylindres, au nombre de deux, ont un diamètre de 0^m 520 et une course de pistons de 0^m 660. La distribution se fait au moyen de tiroirs cylindriques, actionnés par des coulisses Stephenson. La manœuvre du changement de marche est facilitée par l'emploi d'un servo-moteur.

Les longerons sont extérieurs aux roues. Celles-ci, d'un diamètre de 1^m 600, sont en acier moulé. La machine est équipée du frein Westinghouse agissant sur les cinq essieux. Son tender, porté par trois essieux, peut contenir 21 mètres cubes d'eau et 6 tonnes de charbon. Son poids, à vide, est de 22 tonnes et celui de la locomotive de 65 tonnes.

Les essais ont montré qu'à la vitesse maximum de 90 kilom., la stabilité de la machine était parfaite. Des trains de banlieue de 350 tonnes ont pu être remorqués sur des rampes de 16 millimètres, dans les conditions ordinaires des horaires. Dix-neuf de ces locomotives sont actuellement en construction.

Voitures de la Compagnie Wabash pour le transport des voyageurs à l'Exposition de Saint-Louis. — La Compagnie Wabash a fait construire, pour le service qu'elle vient d'inaugurer entre l'Exposition de Saint-Louis et l'Union Station, distante d'environ 8 kilom., cent cinquante voitures à voyageurs destinées à entrer dans la composition des trains desservant temporairement la ligne susdite. Ceux-ci, dont le nombre sera en rapport avec les besoins du trafic, parcourront le trajet total en quinze minutes. D'après les renseignements donnés par la *Railroad Gazette*, du 13 mai dernier, l'aspect extérieur de ces voitures ressemble à celui des véhicules du Métropolitain de Paris, mais elles sont plus spacieuses. La longueur intérieure de la caisse est de 15 mètres, et la hauteur de 2^m 70. Le châssis, en acier, repose sur deux bogies à deux essieux. Ces voitures ont été étudiées de façon à pouvoir être transformées facilement, après la fermeture de

l'Exposition, en wagons à marchandises. Il suffira d'enlever la caisse et d'approprier la superstructure en vue de cette nouvelle destination.

Chaque paroi latérale est percée de quatre portes de 0^m 56 de largeur et de douze baies vitrées. A chaque extrémité, une porte de communication permet d'assurer l'intercirculation dans toute la longueur du train, ce qui donne au conducteur le moyen de se mettre en rapport avec le mécanicien.

Le nombre de places assises est de quatre-vingt-douze. L'éclairage est obtenu à l'aide de trois fortes lampes à l'huile fixées au plafond. Le poids, à vide, atteint 36^t 32. Chaque train sera normalement constitué par deux véhicules, remorqués par une locomotive à huit roues, du type employé par la Compagnie Wabash pour ses trains locaux de voyageurs. Le nombre des voitures sera augmenté suivant l'affluence du public.

La résistance à la traction des trains et la limite de puissance des locomotives à vapeur.

— La résistance à la traction des trains s'obtient généralement de deux manières, comme le rappelle M. von BORRIES dans la *Zeitschrift des Vereines deutscher Ingenieure*, du 28 mai :

1° En relevant des diagrammes d'indicateur sur tous les cylindres de la locomotive au moment où le train se déplace d'un mouvement uniforme sur une section en palier, et à une vitesse déterminée. En déduisant de cette mesure de la puissance indiquée l'effort de traction au crochet du tender (relevé sur un dynamomètre), on obtient la résistance propre de la locomotive à la traction;

2° En laissant se déplacer le train à régulateur fermé sur une section en pente et en mesurant les vitesses et les accélérations. Dans ce cas, les pistons travaillent comme pompes de compression et introduisent une résistance qui ne devrait pas entrer en ligne de compte.

M. von Borries a entrepris des expériences avec une locomotive compound, de l'État prussien, à 2/4 essieux couplés, en appliquant cette méthode, comme elle vient d'être exposée, soit en enlevant les tiroirs, soit en enlevant les bielles, de façon à ne plus avoir aucune résistance étrangère au roulement.

Il fait, dans cet article, l'application à ces cas et la comparaison de différentes formules de résistance (Barbier, Frank, etc.) et insiste sur l'efficacité des coupe-vent.

La ligne de chemin de fer de Swakopmund à Windhuk, dans la colonie allemande sud-africaine. — Les *Annalen für Gewerbe und Bauwesen*, du 1^{er} juin, reproduisent une conférence du major POPHAL sur la construction de cette ligne de 307 kilom., qui a été établie par l'armée coloniale allemande de 1897 à 1903. La voie n'a que 0^m 60. L'auteur décrit les travaux entre Swakopmund et Karibib, puis entre Karibib et Windhuk, et l'exploitation du début, avec quatre locomotives, l'établissement de la ligne télégraphique, etc. Il fait ressortir les difficultés de toute nature rencontrées dans cette entreprise qui n'a pourtant pas échoué.

CHIMIE INDUSTRIELLE

De la classification en chimie et de son application aux constituants des aciers. — M. H. LE CHATELIER publie, dans la *Revue de Métallurgie*, d'avril dernier, un mémoire sur la classification en chimie et sur son application aux constituants des aciers.

Après avoir, par quelques généralités, tracé les grandes lignes de la question, il montre, dans le cas bien défini des aciers, la difficulté du problème et son importance au point de vue du développement de nos connaissances.

En résumé, d'après l'auteur, les constituants des aciers peuvent être envisagés à trois points de vue absolument distincts et comporter trois classifications différentes :

1° Les constituants homogènes ou *phases*, correspondant aux minéraux des roches;

2° Les constituants d'*agrégation*, correspondant aux roches elles-mêmes;

3° Les constituants de *structure*, correspondant à la distinction assez vague faite parfois entre les roches à textures amorphe, cristallisée, schisteuse.

Ces trois points de vue, également intéressants à envisager pour la connaissance pratique des aciers, n'ont évidemment pas la même importance au point de vue de la science pure ; celle-ci n'a à se préoccuper que de la première de ces catégories.

Nouvelle méthode d'analyse des caoutchoucs.

— Un exposé des méthodes d'analyses actuellement en usage pour les caoutchoucs bruts ou manufacturés est fait par le docteur Carl Otto WEBER dans le *Caoutchouc et la Gutta-Percha*, de juin.

L'auteur, faisant remarquer les inconvénients de ces méthodes, indique les nouveaux procédés qu'il a expérimentés et qui, d'après lui, donneraient des résultats plus significatifs.

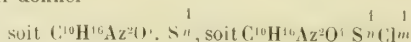
Dans le cas de produits modérément vulcanisés ou vulcanisés à froid, les opérations consistent en :

1° Un traitement à l'acétone du produit préalablement pulvérisé très fin ; on fait ainsi passer en solution : la résine du caoutchouc et les résines molles qui y ont été ajoutées, le soufre libre, les différentes huiles minérales et grasses (naturelles ou factices), les goudrons et paraffines ;

2° Un traitement du résidu par une lessive de soude ou de potasse qui effectue la saponification des factices ;

3° Une séparation du caoutchouc vulcanisé dans le produit restant d'avec le goudron, les substances minérales et charbonneuses, au moyen de nitrobenzène additionnée de 5 % de chloroforme et chauffée à 180 degrés, laquelle ne dissout que le caoutchouc.

Dans les produits très vulcanisés, cette méthode aboutit à des difficultés pratiques insurmontables qui sont éludées dans la nouvelle méthode. Cette méthode s'appuie sur ce que, traité dans certaines conditions par le bioxyde d'azote, le caoutchouc pur se transforme en un corps parfaitement défini, le caoutchouc bioxyde : $C^{10}H^{16}Az^{2}O^4$, soluble dans l'acétone froid, tandis que dans les vulcanisés tout le soufre et le chlore de vulcanisation ne sont pas altérés et s'ajoutent simplement au corps précédent pour donner



Le mode opératoire indiqué par l'auteur doit être suivi scrupuleusement, car le bioxyde d'azote réagit sur presque toutes les substances organiques.

La proportion du soufre et du soufre plus chlore, par rapport au caoutchouc calculé, représente le *coefficient de vulcanisation*, facteur des plus intéressants pour les objets en caoutchouc vulcanisé, pouvant indiquer ou préciser les défauts de fabrication d'un article manufacturé. Il est donc nécessaire de doser avec la plus grande précision S ou S + Cl et de diminuer d'autant le poids du caoutchouc bioxyde pour le calcul du caoutchouc correspondant.

Cette méthode s'applique à tous les caoutchoucs mous, mais pas aux durcis ni à l'ébonite.

La distillation de la tourbe. — M. WOLFF étudie, dans la *Zeitschrift des Vereines deutscher Ingenieure*, du 11 juin, la tourbe, ses propriétés physiques et calorifiques, et donne les résultats d'expériences, de mesures et d'analyses de différents échantillons. On pourrait, en distillant cette tourbe dans une cornue, en retirer du goudron, des hydrocarbures, du sulfate d'ammoniaque, représentant un bénéfice important par rapport au prix de la tourbe, et l'auteur cite une usine qui a entrepris cette fabrication.

Les peintures dans les constructions industrielles. — Le développement de l'industrie des couleurs employées pour la peinture à l'huile a pris un assez grand développement depuis quelques années et l'ingénieur est souvent perplexe pour choisir parmi tous les produits présents sur le marché celui qui convient le mieux à un usage déterminé.

L'*Engineering*, du 27 mai, publie une étude sur cette question où sont examinés : 1° la nature de la substance colorée ; 2° les huiles servant à la préparation ; 3° les siccatifs ; 4° les liquides servant à éclaircir.

L'industrie des vernis. — L'industrie des vernis est une des rares industries chimiques qui soient restées empiriques malgré le développement de la chimie moderne. Dans le *Moniteur Scientifique*, de juin, M. A. TIXIER apporte une contribution à leur étude.

Il expose d'abord la loi de dissolution d'un corps dans un solvant en présence d'un corps miscible en toutes proportions avec ce solvant, mais ne dissolvant pas la substance, ce qui l'amène à classer les vernis en deux catégories : les vernis parfaits à un seul liquide et les vernis imparfaits ou à deux liquides, les uns et les autres pouvant d'ailleurs être volatils ou semi-fixes. Il étudie ensuite le mode de dessiccation des vernis qui, à ce point de vue, peuvent être classés en vernis vrais ou faux selon que la résine reste vraiment dissoute ou non selon la loi de dissolution précitée, puis les solvants véritables qu'il a trouvés pour les copals, enfin les gommes et la façon dont elles se comportent sous l'action de la chaleur.

La correction des eaux dures. — Dans l'*Engineering News*, du 27 mai, M. James O. HAUDY étudie le problème général de la correction des eaux dures destinées aux usages domestiques et industriels. Il fait d'abord un exposé théorique et historique de la question, puis étudie successivement les procédés Porter-Clark, Bruun-Lowener avec leurs perfectionnements, et le procédé continu Kennicott. Il établit une comparaison entre les procédés continus et intermittents.

Après avoir fait toute la théorie chimique de la correction, il décrit comme types de services municipaux les deux installations de Southampton (en Angleterre) et de Winnipeg dans le Manitoba (Canada) ; la première est décrite dans ses grandes lignes seulement, la deuxième est décrite au contraire d'une façon très détaillée.

CONSTRUCTIONS CIVILES

L'établissement municipal de bains, à Augsburg. — Les bains publics sont restés jusqu'ici moins nombreux dans les villes du sud de l'Allemagne que dans celles du nord, parce que la plupart de ces villes sont traversées par des cours d'eau où les bains froids sont agréables. La courte durée de la saison a néanmoins déterminé la création de bains publics munis de douches et de piscines : on peut citer notamment les installations de Munich (*) et d'Augsbourg. M. STEINHAUSSER donne de cette dernière une description détaillée, dans la *Schweizerische Bauzeitung*, des 14 et 28 mai.

Cet établissement, situé au centre de la ville, à proximité des écoles et d'un quartier industriel, est longé sur deux côtés par des bras de rivière. L'emplacement est irrégulier et on a dû construire deux corps de bâtiment principaux reliés par des pavillons et des annexes à un ou deux étages seulement.

Le rez-de-chaussée renferme, outre le vestibule, la caisse et la lingerie ; la piscine des hommes (12 × 24 mètres), celle des femmes (8 × 16 mètres), des cabines de baignoires pour hommes (3 classes), une salle de repos, une buanderie, une étuve, un bain pour chiens, et l'installation des machines, chaudières et accumulateurs.

Le premier étage contient les cabines qui entourent les deux piscines, les cabines de baignoires pour femmes, les salles de massage, de douches et de repos, les bains de vapeur et d'air chaud.

Les cabines à baignoires sont très confortables et munies de douches chaudes et froides, de radiateurs avec étuve à linge, etc. Ces baignoires sont construites au-dessus du niveau du sol, en maçonnerie avec revêtement céramique.

Le plus grand souci de la décoration a été apporté dans l'exécution des aménagements, boiseries, peintures, mosaïques, vitraux, etc., et l'aspect de toutes les salles, notamment des bassins de natation, est très agréable. La salle des machines renferme un moteur à vapeur de 50 chevaux pour les pompes et les dynamos d'éclairage, ainsi que les appareils distributeurs d'eau chaude ou froide, et de vapeur à basse ou haute pression. La buanderie et les ventilateurs utilisent de petits moteurs électriques.

Le chauffage de l'eau est réalisé par un système d'emploi relativement nouveau en Allemagne, et qui a donné ici les meilleurs résultats : il consiste à faire circuler l'eau autour de conduites de vapeur vive, en sens contraire du courant de vapeur, de façon qu'au bout du trajet l'eau et la vapeur condensée soient à une température de 35 à 40 degrés. Les piscines étant vidées trois fois par semaine, la consommation d'eau est considérable.

Les bains d'Augsbourg, mis en service le 1^{er} mars 1903, ont coûté environ 920 000 francs, soit 380 francs par mètre carré de surface couverte.

Les installations mécaniques du nouveau Palais du Congrès du Minnesota, à Saint-Paul (États-Unis). — Le chauffage de ce palais sera fait par l'air chaud sous pression ; les locaux seront éclairés à l'électricité et pourvus d'ascenseurs hydrauliques, et il y aura en outre une distribution importante d'eau chaude et d'eau froide, ainsi qu'un système d'appels électriques et téléphoniques.

Ces installations et les divers services qui leur sont adjoints, ainsi que l'usine centrale d'énergie destinée à les desservir, sont décrits dans l'*Engineering Record*, des 16 et 23 avril.

L'usine centrale d'énergie, distante de 112 mètres du palais, est reliée à celui-ci par un passage souterrain où se trouvent les diverses canalisations d'air, d'eau à haute et basse pression et d'électricité ; elle est décrite en détail dans la première partie. La deuxième partie est consacrée spécialement à l'étude plus détaillée des différentes installations mécaniques.

Pour donner une idée de l'importance de cette installation, mentionnons que le seul service du chauffage comporte une canalisation de plus de 1 700 mètres carrés de surface de chauffe et que la force motrice exigée par les seuls services des ventilateurs et des diverses pompes est de 275 chevaux.

Agrandissement de l'Imperial Hotel, à New-York. — L'*Engineering Record*, des 16 et 23 avril, décrit les travaux d'agrandissement de l'Imperial Hotel de New-York construit primitivement avec dix étages, mais remanié actuellement par l'adjonction d'un corps de bâtiment à dix-sept étages.

La nouvelle construction forme un massif inséré entre les constructions anciennes ; elle présente deux puits d'éclairage, franchis à hauteur des neuvième et seizième étages par de véritables ponts métalliques, formant entretoises et contreventements.

La construction est du type *fireproof* à ossature toute en fer, briques et ciment, et montée sur colonnes en fers profilés. Les fondations consistent en un certain nombre de puits en béton qui ont été descendus jusqu'au bon sol et sur le sommet desquels on a posé des poutres transversales et un treillis horizontal servant de points d'appui aux colonnes.

L'article décrit les diverses phases et difficultés de la construction, notamment des fondations en raison de la perméabilité du terrain, puis donne de nombreux détails de construction, assemblages des différentes pièces métalliques, revêtements, etc.

CONSTRUCTION DES MACHINES

Les premières machines à tourner. — Un exposé historique des machines-outils primitives, et en particulier des tours, fait l'objet de plusieurs articles parus dans l'*Engineer*, des 6 et 20 mai et du 3 juin.

L'auteur montre d'abord les développements successifs qu'a pris la machine à tourner le bois et les différentes formes qu'elle a reçues selon l'usage auquel elle était destinée ; d'abord le tour à perche encore en usage parmi les tourneurs de bâtons de chaises du South Oxfordshire qui, en raison de sa mobilité, de sa simplicité, et aussi de l'habitude qu'ils en ont et de l'uniformité du travail qu'il effectue, le préfèrent à tout autre ; viennent ensuite le tour à manivelle, le tour à pédale, les différents modèles créés par Maudslay avec un chariot porte-outil glissant pour le tournage des pièces métalliques. Ce perfectionnement a été de tous le plus important, car, auparavant, le tournage se faisait en appuyant l'outil au moyen d'un fort levier, ce qui exigeait un grand effort de la part de l'ouvrier et l'obligeait à se tenir assez éloigné de la pièce en travail. L'auteur étudie ensuite les différentes machines à filer, à faire les vis, les écrous, les chevilles, etc.

DISTRIBUTIONS D'EAU

Le service municipal des eaux d'Anvers. — L'*Engineering*, du 27 mai et du 10 juin, décrit les nouvelles installations qui viennent d'être faites, à Anvers, en vue d'augmenter la quantité d'eau potable fournie à la consommation.

La première partie de l'étude est une sorte d'exposé historique de la question de l'approvisionnement de la ville en eau potable sous pression, et des systèmes qui ont été adoptés successivement. Le problème présente ici des difficultés très grandes, car, si l'on trouve bien une eau excellente en creusant des puits très profonds, cette eau est malheureuse-

(*) Voir le *Génie Civil*, t. XLIII, n° 12, p. 177.

ment en quantité tout à fait insuffisante; quant à l'eau des canaux et rivières avoisinantes, elle est beaucoup trop impure, et exigerait un traitement trop coûteux pour être rendue potable; on emploie les eaux de la Nêthe, prises en un point situé à 18 kilom. d'Anvers.

Ces eaux, encore très souillées, sont purifiées par les procédés au fer et à l'oxyde de fer, puis filtrées et envoyées dans les canalisations, maintenues sous pression par un fonctionnement ininterrompu des pompes. Etant donnée la nature plate du terrain dans tous les environs, et l'impossibilité de trouver l'emplacement d'un réservoir de mise en pression, on est en effet obligé d'avoir recours à ce système pour pouvoir distribuer l'eau sous pression.

La deuxième partie de l'étude est consacrée plus spécialement à la nouvelle installation, laquelle n'est qu'une extension de celles qui existaient déjà. Toutes ces installations ont été faites par des maisons anglaises.

Le réservoir de Jerome Park, à New-York. — La construction de ce réservoir, un des plus vastes du monde, a déjà été signalée dans le *Génie Civil* (1). Elle a été commencée il y a neuf ans, et ne sera guère achevée que dans un an. L'état d'avancement des travaux est décrit dans l'*Engineering Record*, du 23 avril.

Les caractéristiques principales de ce réservoir sont : longueur, 1768 mètres; largeur maximum, 800 mètres; surface couverte, 97 hectares; capacité, 10 millions de mètres cubes.

Le réservoir présente cette particularité qu'il a été en majeure partie excavé; la profondeur moyenne du déblai a été de 5^m 60, elle a atteint la valeur maximum de 20 mètres en certains points. Le pourtour du réservoir est constitué par un mur de soutènement de 1524 mètres de longueur, et par un barrage en terre de 3048 mètres. Ce barrage a un noyau en grosses pierres non appareillées et son parement amont est recouvert de béton.

Un mur de séparation divise le réservoir en deux parties. La profondeur moyenne de l'eau comptée à partir du niveau le plus élevé sera de 7^m 80.

L'article donne une description détaillée de la façon dont les travaux de terrassements et de maçonnerie ont été conduits, ainsi que la construction des aqueducs et conduits en maçonnerie servant à la distribution.

Distribution d'eau de la ville de Reichenberg (Autriche). — L'*Oesterreichische Wochenschrift*, du 4 juin, contient une étude de M. HUBER sur le captage, l'élévation, la canalisation et la distribution de sources destinées à alimenter la ville de Reichenberg qui se trouve dans la vallée de la Neisse.

Cette installation comprend trois sièges de pompes élévatoires à commande électrique, recevant l'énergie d'une usine hydro-électrique avec transport du courant triphasé à 2000 volts. Elle a coûté environ 1900000 francs, y compris les terrains, bâtiments, réservoirs, conduites, installation de l'usine avec ses canaux d'amenée et de fuite, canalisations et appareillage électrique et hydraulique.

ÉLECTRICITÉ

Conditions générales d'utilisation d'une batterie-tampon munie d'un survolteur automatique. — M. SARRAT analyse, dans le *Bulletin technique de l'Association des Ingénieurs de l'Institut industriel du Nord* (1^{er} trimestre 1904), les conditions de fonctionnement des divers survolteurs susceptibles d'être adjoints à une batterie-tampon pour la régularisation de la charge d'une station génératrice de courant continu.

Le but principal que s'est proposé l'auteur est de dégager une représentation générale des conditions qui régissent toute régulation réalisable, par le moyen d'une batterie-tampon, et d'aboutir, comme conséquence, pour les divers éléments susceptibles d'influencer ces conditions, à des expressions simples, faciles à établir directement sans calcul spécial, et s'appliquant également à tous les cas, quel que soit le type de la machine génératrice et du survolteur considérés.

Il a recours, pour cette étude, à l'emploi des caractéristiques, qui joignent à l'avantage de laisser entrevoir la plupart des résultats, celui de figurer clairement aux yeux le rôle de chaque enroulement.

M. Sarrat examine successivement les questions suivantes : batterie-tampon directement branchée

aux bornes d'une dynamo shunt; survolteur compound avec dynamos shunt; survolteur compound avec excitation shunt en jeu; survolteur différentiel à trois enroulements.

Il compare ensuite quelques survolteurs différentiels, puis indique l'influence du mode d'alimentation du fil fin sur la stabilité du régime, et termine par l'établissement de l'expression du courant débité par la machine.

Progrès de l'industrie électrique. — A l'occasion de son trentenaire, le journal l'*Electrical World* a publié, le 5 mars, un numéro exceptionnel, où la plupart des notoriétés de la science et de l'industrie électriques ont résumé l'histoire ou l'état actuel des diverses branches de l'électricité. Nous nous contenterons de citer les titres de quelques-uns de ces articles :

La transmission de l'énergie électrique sans fil, par N. TESLA.

Les débuts de la lampe à incandescence, par TH. A. EDISON.

Le développement de l'industrie électrochimique, par E. F. ROELER.

Un quart de siècle d'éclairage électrique, par L. BELL.

Le développement de la photométrie industrielle, par C. P. MATHEWS.

Le premier tramway électrique en Amérique (1884), par E. M. BENTLEY.

Les progrès de la télégraphie dans les trente dernières années, par W. MAYER.

Le développement et les modifications des systèmes d'éclairage et de force électriques, par A. D. ADAMS.

L'évolution de la lampe à arc en vase clos, par L. B. MARKS.

La première station centrale pour l'éclairage par incandescence, par W. J. HAMMER.

L'évolution de l'étude des dynamos, par D. B. RUSHMORE.

Quinze ans de chauffage électrique, par J. I. AYER.

Réminiscences de l'Exposition d'électricité de Paris en 1881, par H. S. CARHART.

Le passé, le présent et l'avenir de la traction électrique, par F. G. SPRAGUE.

La disparition des fils aériens, par W. MAYER.

Aperçu historique des Congrès internationaux d'électricité, par A. E. KENNELLY.

L'éclairage électrique à Philadelphie. — La ville de Philadelphie était éclairée par 27 compagnies d'électricité, exploitant toutes sortes de systèmes différents. La réunion de ces diverses entreprises en une seule a conduit à unifier le mode de distribution. On s'est arrêté à une distribution alternative diphasée à la fréquence 60, combinée avec une distribution à courant continu à 220 volts, trois fils, pour le quartier central. Toute l'énergie est produite sous forme de courant alternatif, une partie étant transformée en courant continu par des convertisseurs.

La station est construite au bord de la rivière Schuylkill; elle est bordée par deux lignes de chemins de fer et par une bonne route. Parmi les particularités qu'elle présente dans sa construction, nous citerons :

La disposition triangulaire des conduits d'arrivée d'eau et d'évacuation, ces conduits formant en même temps la fondation d'un mur entre la salle des chaudières et celle des machines;

L'emploi de groupes électrogènes de grande puissance (5000 kilowatts à 6000 volts) avec un seul groupe plus faible pour la période intermédiaire;

La division des soutes en compartiments, s'opposant à la propagation des incendies;

Le cuivrage de toutes les pièces métalliques exposées à l'air, en vue d'en augmenter la durée.

Cette station, d'ailleurs construite suivant la pratique la plus moderne, est décrite dans l'*Electrical World*, du 5 mars.

L'usine électrique de Kubel, près de Saint-Gall (Suisse). — Les régions de Saint-Gall et d'Appenzell sont moins riches en énergie hydraulique que les autres régions de la Suisse, et les populations de ces cantons n'ont pu jusqu'ici être desservies aussi bien qu'ailleurs par des usines hydro-électriques. Depuis 1901, cependant, une station centrale a été installée au confluent de l'Urnäsch et de la Sitter, à Kubel, et aménagée de façon à utiliser une chute de 170 mètres répartie sur 10 kilom. du cours de la rivière.

Le projet finalement adopté et réalisé a comporté l'établissement d'un barrage sur l'Urnäsch, et d'une conduite de 4625 mètres aboutissant à un réservoir de près de 400000 mètres cubes, qui se trouve à proximité de l'usine et constitue une réserve nécessaire au moment des faibles débits. L'usine est alimentée par une conduite forcée qui part du barrage-réservoir et se dirige en ligne droite vers la salle des turbines. Un second réservoir, situé à l'amont du barrage établi sur l'Urnäsch, et qui n'est encore que projeté, doit permettre d'augmenter de 500000 mètres cubes la réserve d'eau. La puissance disponible dépasse 20000 chevaux.

La conduite d'amenée, dont le tracé relativement direct s'éloigne notablement du cours de la rivière, est entièrement souterraine, maçonnée et voûtée; elle a 1^m 80 de largeur intérieure et 1^m 90 de hauteur à la clef. Le débit maximum peut atteindre 4 mètres cubes par seconde. On a profité des points où elle se rapproche des anfractuosités de la vallée pour y établir des chantiers et ensuite des vannes de décharge.

Le barrage-réservoir, en maçonnerie, a une hauteur totale de 23^m 50, y compris 6 mètres de fondations. Les digues latérales qui délimitent le bassin sont en terre, avec revêtements partiels en pierres.

La conduite forcée a 293 mètres de développement, et 1^m 60 de diamètre; l'épaisseur de la tôle d'acier varie de 5 à 15 millimètres, à mesure que la pression s'accroît. Elle forme cinq tronçons à pentes différentes, raccordés par des coudes avec joints de dilatation.

L'usine renferme les turbines Escher Wyss à axe horizontal et à double couronne mobile, de 500 chevaux, à 375 tours; et deux turbines du même type, de 1000 chevaux.

Chacune d'elles actionne directement un alternateur triphasé de 400 ou de 850 kilowatts, qui fournit le courant à la tension de 10100 volts.

En outre, une machine à vapeur verticale compound de 1200 chevaux, construite aussi par Escher Wyss, sert de réserve et commande un alternateur triphasé de 850 kilowatts, à 150 tours.

Le réseau comporte quatre lignes principales, dont la longueur totale atteint 80 kilom., et dessert vingt-deux localités des cantons de Saint-Gall et d'Appenzell; les fils de lumière et d'énergie sont distincts. Les sous-stations contiennent des transformateurs ramenant la tension à 550 volts pour l'énergie, à 125 volts pour la lumière. Cent vingt transformateurs d'une puissance de 4300 kilowatts sont déjà installés.

La *Schweizerische Bauzeitung*, des 2, 9 et 30 avril, des 7 et 14 mai, des 4 et 11 juin, donne une description détaillée, accompagnée de nombreuses photographies, de cette installation.

Sur la réalisation d'un champ électrostatique tournant, de haute tension. — MM. GUYE et DENSO décrivent, dans l'*Éclairage électrique*, du 7 mai dernier, le dispositif qu'ils ont établi en vue d'expériences sur l'hystérésis diélectrique dans les champs tournants.

Ils se sont appliqués, en premier lieu, à obtenir des champs tournants à haute tension, aussi circulaires que possible, et ont cherché les moyens de vérifier le degré plus ou moins grand de perfection avec lequel ils s'approchaient de cette forme circulaire.

Un champ électrostatique tournant, pouvant être obtenu par la rotation d'un conducteur électrisé, il est relativement facile d'obtenir un champ tournant rigoureusement circulaire. Mais, si l'on désire réaliser des champs électrostatiques tournants de fréquence élevée, et qu'on veuille éviter la mise en rotation rapide de conducteurs électrisés à un haut potentiel, il sera préférable de faire usage d'un dispositif analogue à ceux qui sont employés dans l'électrotechnique pour la réalisation des champs tournants électromagnétiques.

Il sera possible d'utiliser, dans ce cas, les courants polyphasés, ou même monophasés, d'une tension suffisante. Les dispositifs permettant d'atteindre ce résultat varient presque à l'infini. Les auteurs décrivent celui qu'ils furent amenés à choisir, et examinent par quels défauts de réglage ou de construction le champ tournant peut passer de la forme circulaire à la forme elliptique.

Après avoir donné la description d'un appareil indicateur de champ tournant circulaire, ils terminent leur étude par la description des appareils qu'ils construisirent pour régler le champ tournant.

Étude sur les qualités des moteurs qui commandent des alternateurs au point de vue de la facilité du couplage en parallèle. — M. ROSEN-

(4) Voir le *Génie Civil*, t. XXX, n° 25, p. 398.

BERG s'attache à définir, dans la *Zeitschrift des Vereines deutscher Ingenieure*, des 28 mai et 4 juin, les conditions à remplir par les moteurs d'alternateurs pour faciliter le couplage; il reproduit plusieurs diagrammes de vitesse et d'accélération, montrant l'influence du coefficient de régularité, la durée des périodes d'oscillation et les valeurs critiques de ce coefficient suivant la nature du moteur, le nombre des dents, le nombre et le calage des manivelles, la masse du volant, etc.

Il en déduit des indications utiles sur le choix des moteurs et le réglage de leurs régulateurs.

ENSEIGNEMENT

L'enseignement professionnel en Allemagne.

— M. Maurice WOLFF, dans une étude publiée par le *Bulletin de la Société de protection des apprentis* (1^{er} trimestre de 1904), montre le développement régulier qu'a suivi l'enseignement professionnel en Allemagne, grâce à une conception méthodique et raisonnée qui tend à l'élever à la dignité d'un enseignement complet, gradué du primaire au supérieur.

Malgré l'unanimité des efforts accomplis en vue de sa prospérité, certaines divergences d'opinions se produisent, chez nos voisins, sur l'application des principes généraux. C'est ainsi que l'Allemagne du Nord est assez hostile à l'apprentissage obligatoire, ainsi qu'à certaines organisations secondaires, telles qu'examen volontaires d'apprentis, participation effective de l'apprenti aux bénéfices presque dès son entrée à l'atelier, organisation d'un apprentissage d'État, qui sont la propriété plutôt exclusive de l'Allemagne du Sud. Mais ce qui est commun aux deux régions, c'est le crédit accordé à l'enseignement professionnel et la participation des États, des communes et de l'Association pour développer et protéger cet enseignement de l'apprentissage : l'État en assumant, par une législation spéciale, la garantie du contrat d'apprentissage; les villes par la création, le développement et l'entretien de ces écoles multiples, tâche dans laquelle elles sont puissamment secondées, au point de vue de l'organisation et des dépenses, par les associations (*Vereine* ou *Innungen*).

L'auteur donne un aperçu d'un certain nombre de ces écoles, dans les degrés primaire et primaire supérieur; il signale les écoles de perfectionnement ordinaires, commerciales et industrielles, ces dernières étant les plus florissantes et les plus suivies.

Il examine ensuite les écoles secondaires spéciales à l'Allemagne du Sud, qui décernent aux jeunes ouvriers le titre très recherché d'Ingénieur de seconde classe; leur fréquentation, qui est de trois semestres, peut être menée de front avec les travaux de chantier et d'atelier. C'est à ce cycle de l'enseignement professionnel que la question des subsides, bourses d'entretien et de séjour, et encouragements de toutes sortes, acquiert le plus d'importance.

L'enseignement professionnel supérieur, enfin, est représenté simultanément en Allemagne par les écoles professionnelles supérieures et par l'Université commerciale ou l'Académie des sciences économiques et commerciales, récemment inaugurée à Leipzig et dans quelques grands centres.

L'enseignement similaire d'apprentissage des femmes, bien qu'entrepris plus tardivement, tend à se développer avec une rapidité encore plus considérable; il se résume en quelques types, dont l'organisation et le but se rapprochent beaucoup des écoles de garçons, sauf dans l'enseignement supérieur, qui est encadré avec l'enseignement secondaire, dans les séminaires de travaux de femmes.

L'Institut électrotechnique de l'École technique supérieure de Vienne. — M. HOCHNEGG décrit, dans la *Zeitschrift des Oesterreichischen Ingenieur-Vereines*, du 13 mai, le nouvel institut électrotechnique annexé à l'École technique supérieure de Vienne⁽¹⁾, et qui constitue un développement de la modeste chaire d'électricité fondée en 1883 dans cette école.

L'Institut, qui a coûté 1 070 000 couronnes, comporte un sous-sol, un rez-de-chaussée où se trouvent les lourdes machines, un premier pour les salles de travail et la direction, un deuxième étage pour les manipulations, un troisième pour les conférences, un quatrième pour les exercices pratiques et ateliers, enfin des salles de dessin, de photographie et des magasins.

Le rez-de-chaussée, en particulier, contient, outre

des buanderies de service, vestibules et escaliers, deux salles de machines contiguës, un atelier d'entretien, une salle de mesures, une salle d'appareils à haute tension, une salle pour le tableau.

Plusieurs photographies montrent l'aménagement de ces divers locaux.

GÉOLOGIE

La distribution des éléments chimiques dans l'écorce terrestre. — M. DE LAUNAY, Ingénieur en chef des Mines, étudie, dans la *Revue générale des Sciences*, du 30 avril dernier, la distribution des éléments chimiques dans l'écorce terrestre, qui forme le préambule d'un traité de *Géologie chimique*, que l'auteur prépare depuis plusieurs années déjà.

Dans une première partie de son travail, M. de Launay essaie de déterminer, par la géologie, et spécialement par la *Métallogénie*, quel est, en moyenne, l'ordre de superposition général des éléments chimiques dans la Terre, ou plutôt, en se reportant à l'hypothèse de la fluidité originelle, quelle pouvait être la répartition de ces éléments dans notre planète encore incandescente et directement soumise aux principes de la Mécanique, avant que les accidents et dislocations géologiques y aient introduit la complexité et l'apparente confusion actuelle. Il montre ensuite combien cette répartition concorde, dans son ensemble, avec le simple classement de ces mêmes éléments par ordre de poids atomiques, et conclut par cette loi nouvelle, parfaitement conforme avec les idées mécaniques, que : « dans la Terre incandescente, avant sa solidification, les éléments chimiques se sont écartés du centre en raison inverse de leur poids atomique, comme si les atomes dissociés et libres de toute combinaison chimique à de très hautes températures, avaient été uniquement et individuellement soumis à l'attraction universelle et à la force centrifuge ».

Dans une seconde partie, il examine quelle est, d'une façon absolue, la proportion (et non plus seulement la place) de ces divers éléments dans la superficie terrestre. Cette proportion ne paraît, au contraire, jusqu'à nouvel ordre, obéir à aucune loi : ce qui est très explicable si la Terre s'est formée, comme on peut, d'après lui, le supposer, par le concours accidentel d'atomes dispersés dans l'espace, et déjà chimiquement constitués avant leur rencontre.

HYDRAULIQUE

Conduite-aqueduc sur la Sudbury River (États-Unis). — Cette conduite, décrite dans l'*Engineering Record*, du 16 avril, est analogue à celle qui existe à l'usine de La Praz (Savoie) et dont le *Génie Civil*⁽¹⁾ a donné la description. Elle a 2^m 30 de diamètre et constitue, au-dessus de la rivière, un pont en arc de 24^m 30 de portée et de 1^m 70 de flèche.

En vue de réaliser avec précision l'alignement de la conduite en plan et aussi une plus grande rapidité de montage, les différentes viroles ont été placées à l'atelier sur des cintres et présentées l'une à l'autre de façon à percer exactement à leur place les trous de rivets qui se correspondent.

Les viroles ayant ensuite été repérées par rapport au cintre, celui-ci a été remonté dans les mêmes conditions qu'à l'atelier, à l'emplacement de la conduite; les différentes viroles, grâce aux repères, ont pu alors être rivées très rapidement et très exactement.

Tous les joints sont à recouvrement, à double rivure et calfatés. Les extrémités de la conduite s'engagent dans des sortes de culées en maçonnerie et se prolongent au delà de celles-ci par des parties courbes de convexité inverse de celle de la partie située au-dessus de la rivière.

La conduite est surmontée d'un double garde-corps et forme passerelle.

HYGIÈNE

La désinfection des wagons à bestiaux. — M. FREUND, ingénieur de la Compagnie des chemins de fer autrichiens « Kaiser Ferdinands Nordbahn », étudie, dans la *Zeitung des Vereines deutscher Eisenbahnverwaltungen*, du 21 mai, les difficultés que présente la désinfection des wagons à bestiaux. Celle-ci ne s'applique pas à moins de 800 000 véhicules par an, sur les seules lignes de l'Union des

chemins de fer allemands. On voit quelle est son importance et la dépense qu'elle exige, en même temps que les résultats désastreux pour la mortalité du bétail que peut causer son omission.

Après avoir fait remarquer les difficultés pratiques s'opposant à la désinfection par la chaleur, par les vapeurs de formol ou substances analogues, il étudie l'emploi des solutions de chlorure de chaux, qui ont l'avantage de la facilité d'emploi, du bon marché et de la disparition de toute trace du produit par un simple nettoyage ou lavage des parois.

Quant à l'efficacité de ce procédé, elle a été affirmée par les travaux de nombreux chimistes : Chamberland, Fernbach, Geppert, etc. Les expériences entreprises en 1897 sous la direction de l'auteur, consistant en plusieurs injections de solution à 5 % de chlorure, appliquées pendant quatre heures en tout, et suivies d'un examen bactériologique des matières recueillies sur les parois des wagons, ont donné des résultats satisfaisants.

Les Congrès d'Hygiène tenus à Paris en 1900 et à Bruxelles en 1903 ont insisté sur cette question de la désinfection, et M. Freund pense que l'emploi du chlorure sous la forme indiquée se généralisera rapidement.

Enlèvement des ordures ménagères à Brooklyn. — Un système d'enlèvement rapide des ordures ménagères par chemin de fer vient d'être inauguré à Brooklyn. La Brooklyn Rapid Transit Co, qui comprend presque toutes les lignes de tramways de la ville, a organisé une compagnie subsidiaire pour l'entreprise de cette opération; à cet effet, elle a fait construire quatorze stations de réception en différents points de la ville, distantes l'une de l'autre de moins de 1 600 mètres : c'est là que les tombereaux viennent déverser leur contenu.

Les ordures tombent dans des caisses métalliques de 7^m 640 à couvercles, qui sont fermées dès qu'elles sont pleines et sont aussitôt chargées sur des cars électriques spéciaux au moyen d'un pont roulant électrique. Le *Street Railway*, du 23 avril, donne la description de ces stations et en expose le fonctionnement en faisant ressortir les avantages et l'économie du système. Quatre seulement d'entre elles sont en fonctionnement et enlèvent chaque jour de cette façon 900 mètres cubes d'ordures ménagères, cendres, balayures de rues, etc., que les cars transportent rapidement aux décharges municipales situées dans les faubourgs où ces matériaux servent à remblayer des terrains marécageux. La manœuvre des caisses, au chargement et au déchargement, est entièrement mécanique.

La ventilation du nouveau théâtre de Cologne (Allemagne). — M. MUSMACHER publie dans le *Gesundheits Ingenieur* (n° 7 de 1904) une note sur la ventilation du nouveau théâtre de Cologne. Ce sujet emprunte son intérêt à la rareté des salles de spectacle complètement fermées où les architectes ont réussi à conserver, même en été, une température agréable permettant d'éviter une clôture annuelle improductive.

Dans le cas actuel, on se trouvait en présence d'une installation de chauffage et ventilation où l'air extérieur, après réchauffage, est envoyé dans la salle par le cintre et expulsé par des bouches situées sous les fauteuils, dans la proportion de 30 mètres cubes par personne et par heure.

On s'est décidé à rafraîchir cet air au moyen d'une solution froide d'eau salée circulant dans un « accumulateur frigorifique » autour duquel se déplace le courant d'air. Comme les calculs indiquaient une ventilation de 52 000 mètres cubes à l'heure et une dépense correspondante de 220 000 frigories, on a choisi une machine frigorifique de 50 000 frigories, qui fonctionne pendant la journée et abaisse la température de l'« accumulateur frigorifique ».

Cette installation, qui est décrite en détail, semble, d'après l'expérience déjà faite, préférable au rafraîchissement de l'air par injection d'eau pulvérisée, qui n'est pas aussi énergique puisqu'on est arrêté par le point de saturation de l'air, et qui exige des ventilateurs à grand débit dont la commande est onéreuse.

La distribution d'eau et le réseau d'égouts de la ville de Baden (Autriche). — M. HOFER décrit dans la *Zeitschrift des Oesterr. Ingenieur-Vereines*, des 27 mai et 3 juin, les travaux de canalisation et de captation d'eau et le réseau d'égouts qui viennent d'être exécutés à la station balnéaire de Baden, près Vienne, où 30 000 visiteurs viennent

(1) Voir le *Génie Civil*, t. XLIV, n° 12, p. 493.

(1) Voir le *Génie Civil*, t. XXXVII, n° 8, p. 128.

chaque été. Les travaux de distribution d'eau ont consisté dans l'installation de deux turbines, de pompes, d'une conduite d'amenée et d'un réservoir avec reprise de l'eau par d'autres pompes pour l'envoyer au réservoir desservant la zone élevée. On disposait par l'achat d'une usine voisine, de la source de force motrice hydraulique surabondante, dont une partie a été employée pour la commande des pompes, et le reste à un but industriel.

Quant au réseau d'égouts, il a été simplifié dans la mesure du possible et constitué par des tuyaux de grès verni, qui aboutissent à un collecteur; celui-ci emmène les eaux à une installation d'épuration qui n'est pas décrite. Une petite station de pompes relève les eaux du quartier bas qui ne pourraient atteindre le collecteur.

MÉCANIQUE

Sur les roulements à billes. — Dans un roulement conique à billes, la perte de travail provient presque entièrement du frottement de pivotement; les lois de ce pivotement ne lui semblant pas avoir été, jusqu'ici, établies avec exactitude, M. L. LECORNU indique, dans la *Revue de Mécanique* de mai, la théorie qu'il croit seule correcte (1). L'auteur ne s'occupe, dans sa note, que des roulements à deux contacts.

M. Lecornu considère successivement le cas d'un bloc rectangulaire reposant sur un sol horizontal et supportant un madrier, celui d'une bille placée sur un sol résistant et subissant sur sa partie supérieure une pression normale N , transmise par une masse A , enfin, le cas d'une bille mobile entre un cône fixe et une cuvette qui tourne avec une vitesse angulaire donnée ω , autour de l'axe du cône.

D'après ses calculs, dans un roulement à billes, la pression p , éprouvée par l'une des billes, varie d'une manière continue, mais elle n'a une valeur importante que pendant un instant assez court. Si, par exemple, il s'agit de l'axe d'une roue de bicyclette, chaque bille, quand elle se trouve dans sa position la plus basse, supporte à peu près à elle seule la totalité de l'effort. Soit P la réaction du sol contre le bandage, on peut la décomposer en deux forces

verticales $\frac{P}{2}$, appliquées aux deux cuvettes, et la va-

leur de p est alors $\frac{P}{2 \sin \alpha}$, α étant l'angle de la ligne des points de contact avec l'axe du cône. La perte de travail est alors, dans l'unité de temps, pour l'ensemble des deux roulements :

$$0,0093 f P E \omega \cotg \alpha$$

formule dans laquelle E désigne le contour de l'ellipse de contact entre la bille et le cône, f le coefficient de frottement.

En se reportant aux calculs de M. Lecornu, on voit que E est proportionnel à $\sqrt[3]{p}$. Comme p est proportionnel à P , la perte de travail pour une roue donnée est proportionnelle à $P \sqrt[3]{P}$, c'est-à-dire à $P^{\frac{4}{3}}$, pourvu toutefois que la limite d'élasticité ne soit pas dépassée au contact des billes avec les cônes.

Les moteurs à gaz modernes et leurs moyens d'alimentation. — Dans une conférence faite à l'Association des Ingénieurs sortis de l'École de Liège, publiée dans la *Revue universelle des Mines*, d'avril 1904, M. MATHOT étudie les moteurs à gaz modernes et leurs moyens d'alimentation. Il rappelle tout d'abord que, si les constructeurs allemands ont perfectionné notablement ces machines, le mérite de leur invention appartient tout entier aux Français: l'abbé Hautefeuille, puis Lenoir et Beau de Rochas; il fait remarquer ensuite que la machine à vapeur semble être arrivée à l'apogée de son rendement tandis que le moteur à gaz, grâce à son mode d'utilisation de la chaleur, paraît susceptible encore de grands perfectionnements.

L'auteur passe successivement en revue le rendement et la régularité des machines à gaz, la compression et les dispositions adoptées pour parer à l'échauffement de la culasse et des soupapes, l'allumage par tube, la soupape d'allumage, l'allumage électrique, les différents modes de régulation utilisés actuellement et en particulier le réglage par tout ou rien; il dit aussi quelques mots de l'action des volants et du réglage par admission variable.

M. Mathot examine ensuite les moteurs à deux temps, les moteurs à double effet, les gazogènes sous pression, les gazogènes par aspiration, le combustible nécessaire par ces derniers appareils et les réactions chimiques qui se passent dans leur fonctionnement. Il examine également l'installation d'un gazogène par aspiration, l'utilisation des houilles ordinaires dans ce genre d'installation, les moteurs de hauts fourneaux, de fours à coke, la consommation des grands moteurs, leur réfrigération et leur graissage.

Dans son ensemble, l'exposé de M. Mathot montre clairement que le moteur à gaz est désormais susceptible de trouver son application dans les branches les plus diverses de l'industrie. D'ailleurs, dans l'espace de cinq ans à peine, les applications des grands moteurs, sur le continent européen, ont atteint le chiffre énorme de 200 000 chevaux et il est établi que l'industrie métallurgique allemande seule peut récupérer annuellement 50 millions de francs, en utilisant directement le gaz de ces hauts fourneaux dans les moteurs à explosion.

Vérification des vis. — Dans l'*American Machinist*, du 23 avril, M. R. A. BRUCE décrit le procédé qu'il emploie pour la détermination des erreurs dans les vis. La vis à vérifier est comparée à une règle-étalon, au moyen d'un petit microscope monté sur un support pourvu d'un index épousant la forme du filet. La règle bute sur une vis micrométrique, et le microscope est pourvu d'un réticule. Le support de la règle touche la vis sur toute sa longueur, ce qui assure le parallélisme.

On place d'abord le support du microscope dans le premier filet, puis on dispose la règle de façon que la première division coïncide avec le croisement des fils. On lit alors sur le micromètre, puis on déplace le microscope jusqu'au filet suivant, ou au filet qu'on désire vérifier. Si le pas est exact, il y a coïncidence avec une graduation; sinon, on produit la coïncidence à l'aide du micromètre, qui permet de lire la différence.

On peut d'ailleurs vérifier une vis plus longue que la règle, en déplaçant celle-ci après une première série d'observations; le microscope, ajusté en regard de la dernière division, sert à repérer la nouvelle position.

L'auteur dit qu'une vis de 3 mètres de longueur peut ainsi être vérifiée à $\frac{1}{100}$ de millimètre près, ce qui est suffisant pour une mesure d'atelier.

Pompe à incendie à acide carbonique, de la ville de Birkenhead (Angleterre). — Les pompes à incendie à acide carbonique commencent à se répandre en Allemagne et en Angleterre; c'est ainsi que, d'après le *Praktische Maschinen Konstrukteur*, du 9 juin, le corps des pompiers de Birkenhead a fait construire un fourgon muni, sous le siège du conducteur, de deux réservoirs à acide carbonique, en cuivre, étamés intérieurement. Des tuyaux flexibles, munis de robinets, soupapes, etc., permettent d'y introduire de l'eau.

Le chargement des cylindres, qui peuvent être utilisés ensemble ou séparément est formé de carbonate de soude et d'acide sulfurique enfermé dans une bouteille de plomb. Un appareil malaxeur, quand on le met en mouvement, perce la capsule de la bouteille, et l'acide, mélangé au carbonate, produit rapidement de l'acide carbonique à une pression de 10 kilogr., qui suffit pour opérer pendant un quart d'heure.

L'eau est refoulée par cette pression dans un tuyau fixe aboutissant à un dévidoir monté sur le fourgon, et le jet peut se produire, même si le tuyau souple du dévidoir n'est pas, ou n'est que partiellement déroulé. L'arrière du fourgon porte le matériel et les pompiers. Deux chevaux le traînent facilement.

Essais sur les pompes centrifuges à grande vitesse. — L'usage des pompes centrifuges pour élever l'eau à de très grandes hauteurs tend de plus en plus à se répandre; ces pompes fonctionnent à des vitesses suffisamment grandes pour qu'on ait pu les atteler directement sur des turbines à vapeur.

Des essais sur trois pompes de cette sorte mais de types différents ont été faits dernièrement par M. J. E. DENTON et M. W. KENT. Les résultats qu'ils ont donnés sont reproduits dans un extrait de leur rapport publié par l'*Engineering News*, du 2 juin.

Les expérimentateurs se sont proposé : 1° de déterminer le rendement des pompes exprimé en eau élevée, en fonction de la puissance fournie

mesurée au frein; 2° de déterminer le rendement économique des moteurs à vapeur (turbines) ou électriques qui commandent ces pompes.

Calcul des disques de turbines à vapeur. — Le calcul des dimensions à donner aux disques des turbines à vapeur a pour base des hypothèses faites sur la façon mal connue dont se répartissent les efforts dans la machine en mouvement. Dans l'*Engineer*, du 13 mai, M. Maurice F. FITZ-GERALD passe en revue ces hypothèses et montre ce qu'elles ont de justifié et ce qu'il faut en rejeter; il en déduit des méthodes de calcul nouvelles qui doivent donner plus vraisemblablement de meilleurs résultats que celles qui sont actuellement en usage et seraient, d'après lui, entachées d'erreurs. Il souhaite néanmoins que la vérification pratique de sa théorie soit faite par les constructions dont il attire l'attention sur ce sujet.

Marteau à air comprimé. — Le *Praktische Maschinen Konstrukteur*, du 9 juin, décrit deux types de marteau à air comprimé construits par les ateliers Pokorny-Wittekind, de Francfort: un marteau à river et un marteau à buriner, qui fonctionnent comme d'habitude par le choc sur l'outil, d'un piston mobile dans le corps de l'appareil. Les dispositions de la distribution et du fonctionnement y sont expliquées avec quelques détails.

Le calcul des régulateurs hydrauliques pour les turbines. — M. SCHMOLL VON EISENWERTH étudie, dans le *Dinglers Polytechnisches*, des 23 et 30 avril, 7, 14, 21 et 28 mai, les régulateurs hydrauliques de turbines et les méthodes de calcul permettant de les établir: équilibrage du piston du servo-moteur, diagrammes de régulation, exemples numériques, etc.

L'étude des turbines à vapeur par la méthode graphique. — M. KOOB, assistant à l'École technique supérieure de Munich, étudie par la méthode graphique le fonctionnement des turbines à vapeur, dans la *Zeitschrift des Vereines deutscher Ingenieure*, des 7 et 21 mai.

Il passe successivement en revue les turbines à détente unique (de Laval, Riedler et Stumpf), puis à détentes multiples (Curtis) et à détentes et vitesses multiples, les turbines Rateau, Parsons, etc., qui ont été décrites à maintes reprises dans le *Génie Civil*.

L'article se termine par une comparaison théorique entre les différents types.

MÉTALLURGIE

Les explosions de hauts fourneaux. — Dans l'*Iron Age*, du 5 mai, M. F. C. ROBERTS, étudiant les explosions qui se produisent au sommet des hauts fourneaux, analyse les trois causes principales auxquelles on les attribue le plus généralement :

- 1° Rentrée d'air au-dessus de la charge, à hauteur du gueulard;
- 2° Formation d'un dépôt de charbon;
- 3° Formation d'un mélange explosif due au manque de castine.

Il montre que la première cause doit être absolument rejetée et qu'en tous cas la présence de portes de sécurité destinées à atténuer les effets de l'explosion ne favorise nullement la rentrée d'air et n'augmente pas les chances d'explosion, comme on le croit quelquefois.

La cause la plus vraisemblable est la présence d'un dépôt de charbon qui, dans certaines conditions de température et de charges, se forme aux dépens des gaz qui se dégagent du combustible, du minerai ou du fondant; ce charbon se boursouffle et forme une sorte de pont que les gaz traversent difficilement et au-dessous duquel la pression s'élève progressivement.

Il semble qu'on peut en partie éviter la formation de ce dépôt par une addition convenable de pierre à chaux faite en temps opportun; celle-ci doit être ajoutée sous forme de gros morceaux et dans des proportions qui varient avec la nature du minerai, du calcaire et avec les conditions de marche du haut fourneau.

La construction actuelle des hauts fourneaux. — Le *Stahl und Eisen*, du 1^{er} avril, contient une étude où sont passés en revue les différents points de la construction des hauts fourneaux et la manière dont on a l'habitude de les traiter aujourd'hui, soit en Europe, soit en Amérique.

(1) Voir à ce sujet le *Génie Civil*, t. XXXIII, n° 9, p. 439, et n° 10, p. 453.

Influence et détermination de l'azote dans le fer et dans l'acier. — On a reconnu, dans ces dernières années, que l'azote pouvait entrer en combinaison dans le fer et que sa présence, même en quantités extrêmement faibles (0,002 à 0,02 %) pouvait avoir les plus mauvais effets sur les qualités du métal; on admet qu'une teneur de 0,006 est la limite maximum qui peut être tolérée dans un acier de bonne qualité.

Les composés azotés prennent généralement naissance sous forme de cyanures au moment où la fonte est élaborée au haut fourneau si les charges contiennent des alcalis comme c'est généralement le cas.

M. Ernst A. SJÖSTEDT passe en revue les conditions de cette formation dans l'*Iron Age*, du 5 mai. Les causes déterminantes sont : une température élevée, une grande basicité du laitier, une teneur élevée en alcalis du combustible. Fort heureusement la majeure partie des composés cyanurés formés se dissocient dans les parties hautes du haut fourneau.

L'auteur détermine les conditions à remplir pour obtenir des fontes de nature déterminée et les modifications à apporter à la marche du haut fourneau pour réduire la teneur en azote de la fonte qu'il fournit, puis il termine par un exposé des méthodes analytiques permettant de déterminer la quantité d'azote dans tous les produits sidérurgiques en tenant compte ou non de la forme chimique sous laquelle il s'y trouve : cyanure, sulfo ou chloro-cyanure.

Expansion de la fonte par la chaleur. — L'*American Machinist*, du 23 avril, reproduit un mémoire dans lequel M. A. E. OUTERBRIDGE expose de curieuses observations relatives à des cas de dilatation permanente de la fonte.

Un certain nombre de barres, de 38 centimètres de longueur et 25 millimètres de côté, ayant été chauffées et refroidies plusieurs fois, leur longueur a pu augmenter de 41 millimètres et leur côté de 3 millimètres. Le poids n'avait pas changé, la densité s'étant réduite en conséquence. Les barres ainsi dilatées ont accusé une diminution notable (jusqu'à 30 %) de la résistance mécanique.

L'auteur a constaté qu'il existe une température critique (790° C.) qui donne la dilatation maximum, et les dilatations indiquées ci-dessus se rapportent à une barre qui avait été chauffée vingt-sept fois à cette température.

Aucun changement de structure n'est visible à l'œil nu; mais examiné au microscope, le métal dilaté apparaît sillonné de raies noires, qui sont, en réalité, des craquelures provenant de ce qu'après refroidissement, les particules séparées l'une de l'autre par la chaleur n'ont pas repris leur position primitive.

Après avoir indiqué une autre observation qui se rattache au même phénomène (déformation d'une grille de fonte) l'auteur indique une application qu'il a faite de cette expansion, au piston d'une petite pompe. Ce piston, usé, a pu être, après cinq réchauffages, dilaté sept fois plus qu'il ne fallait pour le ramener à sa dimension primitive.

La fabrication du ferrosilicium au moyen de pyrite et de quartz. — M. AMBERG étudie, dans le *Stahl und Eisen*, du 1^{er} avril, la possibilité d'obtenir du ferrosilicium par la réaction $\text{FeS} + \text{SiO}_2 = \text{FeSi} + \text{SO}_2$, procédé breveté par M. Aschermann, et rend compte des essais faits à ce sujet au laboratoire de métallurgie de l'École technique d'Aix-la-Chapelle. Ces essais montrent qu'il se produit des réactions plus complexes que celle qui vient d'être citée.

Les dimensions des tuyères dans les fours et cubilots. — Le *Stahl und Eisen*, du 1^{er} avril, contient un article de M. WEDEMAYER, relatif aux sections qu'il convient de donner aux tuyères des fours à cuve et des cubilots suivant leur travail et les réactions à déterminer.

MINES

Développement des mines de cuivre de l'Arizona. — Dans l'*Iron Age*, du 2 juin, M. Dwight E. WOODBRIDGE étudie le développement qu'ont pris, dans ces quatre dernières années, le district minier cuprifère de l'Arizona et les régions avoisinantes, dont la production égalera bientôt celle des mines du Lac Supérieur.

Il passe successivement en revue l'emplacement

des différents gisements, les difficultés des premières recherches, les intérêts actuellement engagés, les conditions du travail et la main-d'œuvre. Il fait plus particulièrement la monographie de quelques-unes des mines les plus importantes, lesquelles sont toutes de création récente.

L'extraction du minerai de manganèse au Caucase. — D'après un rapport du consul d'Autriche à Tiflis, résumé par le *Stahl und Eisen*, du 1^{er} avril, l'exportation des minerais de manganèse du Caucase a subi une brusque et considérable diminution à la fin de l'année dernière; le prix est tombé de 9,20 marks à 7,90 marks la tonne. La construction de nouvelles voies ferrées doit aider à l'amélioration de cette situation pénible.

Les gisements de minerai de fer de Varanger (Norvège). — Le *Stahl und Eisen*, du 15 mai, donne quelques renseignements sur les gisements de minerai de fer découverts en 1902 à Varanger, sur la côte sud du fiord du même nom, et à peu de distance de la frontière russe.

D'après une conférence de M. Lund à la Société des Ingénieurs norvégiens, de Christiania, ce minerai est un fer magnétique de densité 3,6 et se présente sous deux formes, l'une mêlée de hornblende et l'autre de quartz. Le district minier mesure 16 kilom. sur 6 et embrasse environ 1 million de mètres carrés de gisements, dont la puissance varie de 1 à 150 mètres. Leur altitude moyenne est de 100 mètres et on estime la quantité du minerai à 350 millions de tonnes.

Sa teneur en fer est comprise entre 30 et 58 %; on y trouve aussi 0,04 % de phosphore, un peu de soufre, de titane et de manganèse.

L'exploitation est facilitée par la proximité de la mer et des forces hydrauliques; il convient, toutefois, d'employer des séparateurs magnétiques pour enrichir le minerai jusqu'à 60 % de fer.

PHYSIQUE INDUSTRIELLE

Le rendement et l'utilité pratique de la vapeur surchauffée. — Dans l'*Electrical Review*, du 13 mai, M. R. H. SMITH examine quels sont, au point de vue théorique et au point de vue pratique, les avantages qui résultent de la surchauffe de la vapeur. L'augmentation apparente de travail obtenu par kilogramme de vapeur est $\frac{t}{t_s}$, t étant la température absolue de la vapeur saturée, et t_s celle de la vapeur surchauffée à la même pression. En prenant 0,48 pour la chaleur spécifique de la vapeur, l'excédent de chaleur à lui fournir est $\frac{0,48t}{H}$, H étant la chaleur de vaporisation totale.

Le gain apparent qui résulte de la surchauffe est donc :

$$\frac{1 + \frac{t_s}{t}}{1 + 0,48 \frac{t}{H}}$$

L'auteur dresse une table et construit une courbe de ce rapport, et montre que par 10° F. de surchauffe, le gain est d'environ 1 % aux très basses pressions, et $\frac{3}{4}$ % aux très hautes pressions. Ces chiffres varient d'ailleurs peu si l'on suppose que la chaleur spécifique est 0,60 au lieu de 0,48. Mais ils ne seraient pratiquement exacts que si :

1° L'exposant de la détente adiabatique restait le même;

2° La surchauffe ne coûtait rien de plus que le montant théorique de l'excédent de chaleur fournie. Mais l'exposant qui, d'après Rankine, est 1,13 pour la vapeur saturée, est 1,3 pour la vapeur surchauffée, de sorte qu'à égal p_v , la vapeur saturée fournit un travail effectif plus grand.

L'auteur en conclut que l'avantage de la vapeur surchauffée réside surtout en ce qu'elle évite les condensations dans la tuyauterie, les passages de vapeur et les cylindres, et qu'elle réduit les fuites par les organes de distribution; il estime donc que ces avantages pratiques sont beaucoup plus importants que le gain thermodynamique, et, par suite, il est partisan d'une surchauffe juste suffisante pour éviter les condensations.

Usure des tubes de chaudières en cuivre. — Dans un mémoire de l'*Institution of Civil Engineers*, M. Francis William WEBB étudie les conditions dans lesquelles se produisent l'usure et la rupture des tubes de locomotives en cuivre.

La durée des tubes dépend d'un grand nombre de facteurs dont il est difficile de déterminer l'influence relative. L'analyse chimique a montré cependant que le plus souvent les tubes de longue durée étaient ceux qui contenaient quelque élément contribuant à augmenter la dureté : arsenic, nickel, et que, après la composition, c'est le mode de fabrication qui joue le rôle le plus important.

Ces faits ont été mis en évidence par des expériences de longue durée faites sur plusieurs séries de tubes ayant même provenance et placés autant que possible dans des conditions analogues sur une même chaudière de locomotive.

On a constaté que les tubes sont mis hors d'usage par l'usure rapide de la partie basse de l'intérieur du tube et dans les 15 premiers centimètres comptés à partir du foyer. L'auteur attribue ces effets aux actions abrasives des cendres et corrosives du gaz sulfurique qui se dégage avec les fumées au moment de l'allumage quand le combustible est pyriteux. Pour éviter ces inconvénients, l'auteur propose l'adoption d'un anneau d'acier placé à l'extrémité du tube. Il indique le mode d'emploi de cet anneau et la façon dont il s'est comporté aux expériences et à l'usage.

Étude pratique sur les conduites de vapeur. — Le développement des conduites ayant à supporter de hautes pressions de vapeur donne un intérêt pratique à tous les perfectionnements qui surviennent dans la construction et l'installation de ces canalisations. M. WESTPHAL publie, à ce sujet, dans la *Zeitschrift des Vereines deutscher Ingenieure*, du 23 avril, une étude d'ensemble où il examine : le choix des matériaux, l'évacuation des eaux condensées, soit en fonctionnement, soit à l'arrêt; les dispositifs de dilatation; les calorifuges; le calcul des dimensions des conduites; la nécessité d'éviter les pertes de charge et les brusques modifications de la vitesse du fluide; le montage, l'interchangeabilité des pièces, les joints et les raccords.

D'après l'auteur, on n'a guère dépassé des efforts de 8^{kg} 6 par millimètre carré pour des conduites en fer et 4^{kg} 5 pour des conduites en cuivre, parcourues par la vapeur à 15 ou 20 kilogrammes.

M. Westphal passe en revue de nombreux dispositifs destinés : à équilibrer le poids des éléments de conduites verticales, à séparer et recueillir les eaux condensées, à permettre les dilatations des systèmes de joints fixes ou mobiles, etc., et indique les formules qu'il préconise pour le calcul des dimensions des conduites.

Chaudières et turbines à vapeur Parsons de l'usine électrique de Neuchâtel (Suisse). — Le *Praktische Maschinen Konstrukteur*, du 12 mai, donne quelques détails sur les installations de la nouvelle station centrale à vapeur de Neuchâtel : chaudières aquatubulaires à surchauffeur, épurateurs d'eau d'alimentation et turbo-moteurs Parsons, qui tournent à 3 000 tours (1).

RÉSISTANCE DES MATÉRIAUX

Essais de cintrage de poutrelles laminées ou rivées. — Des essais de pliage et cintrage de poutrelles, soit laminées, soit composées d'un assemblage de fers profilés, ont été poursuivis au moyen d'une machine construite par les ateliers Amsler-Laffon, par M. SCHÜLE, à Zurich, et il en donne le compte rendu dans la *Schweizerische Bauzeitung*, des 21 et 28 mai.

Il a surtout étudié les fers à double T et à larges ailes, préconisés par les usines de Differdange, et souvent appelés poutres Grey, qu'on fabrique par un laminage simultané de l'âme et des ailes, au moyen de quatre cylindres. Ses expériences ont porté sur des fers entiers de 4 mètres de longueur. La machine Laffon, au contraire de celles qu'on emploie habituellement, agit sur la poutre par la partie inférieure, et en sept points équidistants : ce sont les points de support, constitués par les sommiers de sept presses à huile, au moyen desquelles on développe une pression graduée et croissante. Les deux extrémités de la poutre sont, au contraire, maintenues par des butoirs dont la position est réglée par des vis et des écrous. Des manomètres donnent la pression exercée par chaque presse, qui peut atteindre 18 tonnes.

(1) Voir le *Génie Civil*, t. XXXIV, n° 3, p. 33 et n° 13, p. 213; t. XL, n° 8, p. 121 et n° 22, p. 372; t. XLII, n° 24, p. 372; t. XLIII, n° 24, p. 335; t. XLIV, n° 3, p. 61.

M. Schüle décrit la marche d'un essai, compare différents types de poutres, laminées ou rivées, et discute les avantages et les conditions d'emploi de la méthode.

Essais des aciers à la traction. — Dans un mémoire présenté à l'*Institution of Civil Engineers*, M. W. C. UNWIN étudie la valeur des essais qu'on fait subir aux aciers pour en déterminer les qualités. Malgré les progrès réalisés en métallurgie dans ces dernières années, malgré la régularité des produits fournis par les fabricants, le nombre des essais ne subissant pas les épreuves avec succès est encore assez élevé pour qu'on ne puisse se dispenser de les faire.

Malheureusement la signification de ces essais et les conclusions qu'on en peut tirer ne sont pas parfaitement définies de plus l'application des méthodes se fait avec un très grand esprit de routine, les commissions de réception s'efforçant surtout d'aller vite et d'opérer économiquement.

Dans son mémoire l'auteur montre combien certaines conclusions tirées de ces essais sont fausses et recherche comment on pourrait rendre comparables des essais faits dans des conditions différentes.

Les recherches ont surtout porté sur l'influence que peuvent avoir la forme et les dimensions des éprouvettes sur le chiffre d'élongation et ont abouti à la fixation d'un même nombre mesurant rigoureusement alors ce qu'on pourrait appeler l'élongation du métal.

Passant en revue les différentes formules empiriques exprimant la qualité d'un métal, il étudie plus spécialement la formule de Wöhler modifiée, dont l'usage est le plus répandu en Angleterre : $V = f + e$, dans laquelle V est le nombre qui exprime la qualité du métal, f la charge de rupture en tonnes par pouce carré, e le pourcentage d'élongation. L'auteur montre que si l'on a recours à une pareille formule pour comparer différents métaux (et applicable seulement d'ailleurs entre certaines limites), il est indispensable que e soit mesuré d'après des indications sur des éprouvettes géométriquement semblables.

Ce mémoire est accompagné de nombreux graphiques, de la discussion et de l'échange de correspondance que sa lecture a provoquées.

Calcul de la résistance des poutres en béton armé. — Le bulletin d'avril de l'*American Railway Engineering and Maintenance of Way Association* donne un mémoire de M. W. K. HATT dans lequel l'auteur a traduit, dans une formule, la théorie qu'il professe sur la résistance des pièces en béton armé, et la manière de les calculer. Il décrit les expériences qu'il a faites pour confirmer le bien fondé de cette théorie et de la formule qui en découle. Cette théorie a l'avantage de tenir compte à la fois des faits principaux observés dans la déformation de la pièce essayée : valeur de la charge à partir de laquelle la flèche cesse visiblement d'être proportionnelle à la charge, allongement, apparition de la première fissure, rupture.

Cette étude n'a trait qu'aux poutres à section rectangulaire, renforcée par des barres longitudinales placées parallèlement et près de la fibre inférieure. La formule donnant le moment fléchissant résistant M est

$$M = ktbh^2$$

dans laquelle b est la largeur et h la hauteur de la poutre, t le coefficient de résistance à la traction du béton employé, exprimé en livres par pouce carré; quant à k , c'est un coefficient constant donné par

$$k = \left[\frac{1}{3} + \left(\frac{7}{4}u - 1 \right) p \right]$$

où u est le rapport à h de la distance de l'âme des fers à la fibre supérieure, et p le pourcentage de la section droite totale des fers à la section droite de la poutre (supposé toujours inférieur à 3).

L'auteur montre que l'emploi de cette formule conduit à des résultats sensiblement égaux à ceux que donnent les essais directs de résistance.

Recherches sur l'élasticité du béton armé ou non armé. — Les *Forschungsarbeiten aus dem Gebiete des Eisenbetons* (n° 1 de 1904) contiennent un mémoire de M. KLEINOGEL sur l'élasticité du béton armé ou non armé. L'auteur rappelle à ce sujet les études fondamentales de M. Considère, Inspecteur général des Ponts et Chaussées (1); les expériences de la

Commission française du béton armé et les mesures faites sur des parties de bâtiments de l'Exposition de 1900 pendant leur démolition; celles du laboratoire des Ponts et Chaussées, sous la direction de MM. Mesnager et Klein; puis il décrit ses recherches entreprises à l'École technique supérieure de Stuttgart sur la flexion de tiges en béton à section rectangulaire de différents types.

De nombreux tableaux numériques et des graphiques rendent compte des résultats obtenus par M. Kleinogel, qui en déduit une théorie personnelle sur cette question.

L'étude graphostatique des poutres en béton ou en béton armé. — Un mémoire de M. WEISKE, sur l'étude graphostatique des poutres en béton, armé ou non, se trouve reproduit dans la même publication (n° 2 de 1904).

Études sur la théorie de l'élasticité. — M. RUST publie, dans l'*Oesterreichische Wochenschrift*, du 11 juin, une étude sur l'élasticité des poutres chargées, dans les différents cas d'appui libre ou d'encastrement qui se présentent dans les constructions.

TÉLÉGRAPHIE

Indicateurs électriques de signaux, système Thiermann. — Les *Annalen für Gewerbe und Bauwesen*, du 15 mars, décrivent des appareils électriques transmetteurs et récepteurs de signaux convenus, qui se prêtent à l'échange de communications sur les navires, dans les forts, dans les sièges d'extraction, entre le fond et le jour, etc.

Ces appareils, du système Thiermann, présentent quelque analogie avec ceux que le *Genie Civil* a décrits récemment (2), mais ils fonctionnent avec du courant alternatif et se composent, transmetteurs ou récepteurs, chacun d'un rotor et d'un stator.

Les appareils télégraphiques et téléphoniques en usage dans les chemins de fer allemands. — La même publication, dans son n° du 1^{er} mai, reproduit une conférence de M. EBELING au « Verein für Eisenbahnkunde », sur quelques appareils nouveaux en usage dans les chemins de fer allemands pour les services télégraphique et téléphonique.

L'auteur décrit successivement des télégraphes à cadran combinés avec des sonneries, pour le service des voies, et construits par Siemens et Halske, sur un principe très analogue à celui qui a été récemment décrit dans le *Genie Civil* (3) à propos des télégraphes de navires; puis des télégraphes genre Hughes, des télégraphes à bande perforée à fonctionnement rapide (2000 signes par minute sur un fil dans une seule direction), construits par Siemens et Halske. Dans ces derniers, une machine dactylographique sert à la perforation préalable des bandes; chaque lettre est représentée par deux trous diversement disposés sur la largeur de la bande; un moteur électrique fait tourner le transmetteur en même temps qu'une petite dynamo, qui donne le courant de travail.

Un autre moteur actionne le récepteur, dans lequel l'impression du télégramme se fait photographiquement. La roue des types, tournant à 2000 tours, est verticale, et d'un côté de sa périphérie se déroule la bande de papier, qui vient la raser en s'enroulant sur un galet; de l'autre est placée une source d'étincelles qui jaillissent au moment opportun. Les caractères transparents sont placés en spirale sur le disque, et dès que la combinaison des courants correspondant à l'émission d'une lettre est réalisée, au moment où cette lettre passe devant la bande de papier, l'étincelle jaillit et l'image de la lettre se trouve projetée sur le papier, qui est aussitôt plongé dans un révélateur, puis dans un fixateur. La disposition en spirale a pour but de maintenir l'écartement des lettres constant, malgré leur ordre de succession variable dans le texte et la vitesse angulaire uniforme des organes rotatifs.

Les émissions de courants positifs ou négatifs au moment du passage des perforations de la bande expéditrice sur les contacts métalliques, agissent sur les relais et les circuits locaux du récepteur pour donner lieu à la production de l'étincelle, avec une précision absolue.

Les appareils des deux postes tournent synchroniquement, grâce à des régulateurs dont l'introduc-

tion en télégraphie date de longtemps déjà, et qui agissent ici par le réglage du champ du moteur électrique.

M. Ebeling décrit également des téléphones haut-parleurs et les bobines d'induction du système Pupin, intercalées sur les câbles téléphoniques pour en améliorer le fonctionnement (4); il signale les bons résultats obtenus entre Berlin et Magdebourg.

Essais d'application de la télégraphie sans fil aux trains de chemins de fer. — M. BISCAN indique, dans l'*Oesterreichische Wochenschrift*, du 18 juin, la manière dont il a disposé un essai de télégraphie sans fil entre une station fixe et une station mobile, placée dans un wagon, sur la ligne d'Aussig, à Tepitz (Autriche).

Les appareils étaient du système Slaby-Arco, et les antennes se composaient, d'une part, du réseau de fils télégraphiques, d'autre part, de deux fils tendus de chaque côté du train, le long de la toiture des wagons.

D'après l'auteur, les résultats ont été satisfaisants, mais sur de faibles distances seulement, surtout à cause des parafoudres existant dans les gares, et qui introduisaient des dériviations considérables par leur communication à la terre.

TRAMWAYS

Les moyens de transport à Hambourg et à Kiel. — M. Ch. JACQUIN, qui a déjà comparé les moyens de transports de Berlin et de Paris (5), examine dans la *Revue Electrique*, du 30 avril dernier, ceux de ces moyens en usage actuellement à Hambourg et à Kiel.

Hambourg, s'étendant dans une direction perpendiculaire à l'Elbe, possède une ligne de ceinture, à vapeur, qui coupe les premiers faubourgs parallèlement au fleuve. Le fort courant de circulation qui existe entre la vieille ville et le port, centres de la grande animation, et les faubourgs, est satisfait par de nombreuses lignes de tramways qui s'étendent en éventail dans toutes les directions en partant du fleuve; une ligne fait, en outre, le tour des boulevards circulaires (ring) limitant la vieille ville. Ces tramways sont, depuis quelques années, entièrement électriques; l'ensemble de ces lignes dont quelques-unes sont très longues (l'une d'elles traverse Altona et va jusqu'à 12 kilom. en aval de Hambourg) forme un réseau très important, entièrement à trolley. Les voitures y sont divisées en deux compartiments, un pour les fumeurs et un pour les non fumeurs.

Les fiacres, à Hambourg, comportent tous des compteurs. Enfin, de petits bateaux à vapeur qui partent de la rive droite de l'Elbe dans la vieille ville, desservent les extrémités des principaux quais du port.

Kiel, qui est situé au fond d'une baie, s'étend sur les rivages de cette baie et des bateaux passeurs font communiquer les deux rives. Il y a quelques années on a reconnu la nécessité d'y créer des tramways : quatre lignes y fonctionnent actuellement. Le réseau, de près de 20 kilom. de longueur totale, est entièrement à trolley et alimenté par une usine située à l'extrémité sud de la ville, près du fond du Goulet. Un tarif unique de 10 pfennigs (0 fr. 12) donne droit à la correspondance avec les autres lignes. Le personnel des voitures y est réduit à sa plus simple expression et ne comprend qu'un mécanicien; chaque voyageur va déposer, en entrant dans la voiture, sa pièce de nickel de 10 pfennigs dans une urne placée au fond de la voiture. Il n'y a pas de contrôle et on se fie entièrement à l'honnêteté du public. Aux points de croisement des voies un employé est en permanence, surtout pour donner des renseignements au public.

Les fiacres sont peu nombreux à Kiel et ne comportent pas de compteurs.

Les accidents de tramways, leurs causes, leur prévention. — Dans le *Street Railway*, du 14 mai, M. Henri W. BROOKS junior, après avoir montré quelles sont les causes générales qui tendent à augmenter le nombre des accidents de tramways (augmentation des charrois et de la circulation dans les villes, des charges transportées et des vitesses) étudie les causes plus spéciales auxquelles sont dus ces accidents, en vue d'en réduire le nombre et d'améliorer l'exploitation dans ce sens si c'est possible. Il fait voir combien cette recherche est diffi-

(1) Voir le *Genie Civil*, t. XXXIV, n° 14, p. 213; n° 15, p. 229; n° 16, p. 244; n° 17, p. 260; n° 24, p. 389.

(4) Voir le *Genie Civil*, t. XLV, n° 8, p.

(1) Voir le *Genie Civil*, t. XLII, n° 46, p. 256.

(2) Voir le *Genie Civil*, t. XLV, n° 3, p. 47.

cile, un des effets pouvant être pris pour la cause réelle qui demeure ignorée.

Il est amené cependant à classer les accidents en cinq groupes ayant pour causes : 1° des défauts de la voie ; 2° des défauts du matériel ; 3° la négligence des employés ; 4° la négligence des voyageurs et du public ; 5° les causes inconnues.

Il reconnaît d'ailleurs, après avoir exposé comment dans certaines limites les compagnies concessionnaires peuvent prévenir les accidents ou en diminuer le nombre, que tous les efforts dans ce sens ne doivent pas être faits seulement par elles, mais aussi par le public qui, exigeant toujours des vitesses de plus en plus grandes, doit faire son éducation et s'instruire des conséquences inévitables qui résultent de l'augmentation de vitesse et de tonnage.

Réglage du service des tramways par téléphone. — Le *Street Railway*, du 21 mai, donne une description du système employé par la Compagnie du Rochester and Eastern Rapid Railway pour régler par téléphone le service de ses voitures.

La ligne téléphonique est constituée par une paire de fils en cuivre placés au-dessous des conducteurs d'alimentation à haute et à basse tension. Aux aiguillages et en certains points importants sont placées des boîtes téléphoniques fixées aux supports des canalisations.

En cas d'accident loin d'une des boîtes, le wattman emploie une perche de connexion et utilise le poste téléphonique dont chaque voiture est munie.

Les tramways de Canton Akron. — Ce réseau de tramways comprend une ligne principale située entre Akron et Urichsville, par Canton et Canal Dover, et des lignes latérales mettant en communication deux districts importants de l'Etat de l'Ohio, l'un agricole situé au nord, l'autre industriel et siège d'exploitation de la houille situé au sud. Ce réseau et les usines qui en dépendent font l'objet d'une étude détaillée, publiée par le *Street Railway*, du 28 mai.

La ligne principale a 112 kilom. de longueur ; la Compagnie fait aussi le service des messageries.

Les tramways électriques de Leicester. — Le *Street Railway*, du 4 juin, décrit l'usine centrale et les travaux de pose qu'a nécessités la transformation des tramways à traction animale de Leicester (Angleterre) en tramways électriques. Le réseau comprend 32 kilom. à double voie et 6 kilom. à voie unique ; les rails, qui pèsent 50 kilogr. au mètre courant, ont été posés sur béton. La distribution se fait par câble aérien et trolley.

TRAVAUX PUBLICS

L'adhérence des pilots de fondation au plateau de béton qui les coiffe. — M. ROUSSEL, Ingénieur aux Chemins de fer de l'Etat belge, ayant été chargé d'étudier, par des expériences directes, la question de l'adhérence entre les pilots et le béton, dans les fondations sur pilotis où l'on avait remplacé le grillage et le plancher par un massif de béton plus ou moins épais, a envisagé successivement les cas suivants :

1° Le glissement d'un pilot dans une masse de béton qui l'enrobe ; 2° le glissement d'un pilot dans une masse de béton qui l'enrobe, le pilot étant armé de deux fers d'équerre ; 3° la résistance qu'éprouvent les pilots à passer au travers d'un plateau en béton qui les recouvre.

Il décrit ces différentes expériences dans les *Annales des Travaux publics de Belgique*, d'avril 1904.

M. Roussel indique tout d'abord la façon dont les essais furent conduits, ainsi que les matériaux entrant dans la composition des bétons étudiés. Il a été amené aux conclusions suivantes :

Dans les fondations sur pilots de support dans lesquels le grillage et le plancher sont remplacés par une couche de béton entourant la tête des pieux, on peut admettre, pour les pieux écorcés, que l'effort d'adhérence tangentielle est de 4 kilogr. en moyenne par centimètre carré de la surface enrobée après trois mois, lorsque le béton est riche en ciment de première qualité et qu'il a été damé aussi convenablement qu'on peut le faire sur les chantiers. Quand le béton est pauvre en ciment et qu'il n'a été damé que faiblement, le taux d'adhérence n'est plus que de 1^{re} 75 après le même laps de temps.

L'effort de décollement est réduit au tiers si les pieux ne sont pas écorcés.

Lorsque, suivant le sens des efforts sollicitant les pilots, la conicité de ceux-ci exerce un serrage sur la masse du béton, on peut estimer que l'effort de décollement peut, en moyenne, être doublé.

Si, au moyen de tirefonds, on fixe aux pilots des fers d'équerre, on augmente l'adhérence de 15 % environ.

Dans les expériences faites en vue de reconnaître la résistance qu'oppose le béton recouvrant la tête des pilots à être traversé par celles-ci, on a obtenu, dans des conditions de sollicitation très défavorables pour le béton, des résistances très notablement supérieures aux charges supportées en pratique par les pilots (25 000 kilogr. maximum par pilot). Dans ces conditions, il apparaît que l'on peut remplacer en toute sécurité le grillage et le plancher, dans les fondations sur pilots de support, par une couche de béton riche, bien damée. Si celle-ci atteint 0^m 80 à 1 mètre d'épaisseur, dépassant la tête des pieux de 0^m 30 à 0^m 40, on atteindrait certainement des charges supérieures aux charges d'écrasement des pilots de 20 à 25 centimètres de diamètre.

Le Pont du Fraser (Colombie britannique). — L'*Engineering Record*, du 30 avril et des 7, 14 et 21 mai, décrit le pont métallique qui vient d'être construit à New-Westminster.

Sa longueur totale est de 610 mètres. Il se compose de quatre travées à membrures horizontales pour la partie qui est directement placée au-dessus du fleuve et de deux viaducs d'approche. L'un de ces viaducs est formé d'un tablier continu à plusieurs appuis dont les six travées ont 49^m 50 de portée ; il se termine par un viaduc posé sur chevalements en bois. L'autre viaduc d'approche se bifurque à droite et à gauche à partir de la dernière pile de pont. Le pont donne accès à une grande route qui est en prolongement de l'axe du pont et à des voies de tramways à vapeur ou électriques qui empruntent les bifurcations latérales.

Au point où le pont a été établi, le fleuve a une profondeur maximum de 25^m 40 et le courant a une vitesse maximum de 8 kilom. à l'heure. Les quatre piles principales situées dans le lit du fleuve sont en béton avec des fondations entièrement en béton qui ont été descendues jusqu'à 40^m 80 au-dessous du niveau des plus basses eaux. Les autres piles sont fondées sur pilotis.

Deux des travées forment un seul pont tournant laissant deux passes libres de chacune 57 mètres pour la navigation.

Il y a deux tabliers : l'un est au niveau de la membrure inférieure, à la même hauteur pour toutes les travées et donne accès à des lignes de tramways et de chemins de fer ; l'autre tablier est au niveau de la membrure supérieure des travées de rives et au-dessous de la membrure supérieure des travées principales, assez bas pour permettre un entretoisement horizontal dans les parties supérieure de celles-ci.

Cette étude renferme de nombreux détails de construction, notamment ce qui concerne la partie formant pont tournant dont le fonctionnement et la manœuvre sont également indiqués.

Reconstruction du pont de la Wipplingerstrasse, à Vienne. — M. CHRISTL reproduit, dans l'*Oesterreichische Wochenschrift*, du 11 juin, les plans du nouveau pont de la Wipplingerstrasse, à Vienne, qui traverse le Graben avec une chaussée plus large que l'ancien pont.

C'est un ouvrage métallique dont l'unique travée en arc a 15 mètres de portée. La chaussée est large de 9^m 30 ; les trottoirs, portés sur consoles, et constitués par des plaques de béton Monier, ont 2^m 50 de largeur. Une voie de tramway à caniveau latéral de profil très réduit passe au-dessus des poutrelles transversales, entre deux longerons.

Ce pont, qui est traité avec une certaine recherche de décoration, a coûté 200 000 francs, et il est livré à la circulation depuis mars dernier.

Projet d'un pont-route sur le Rhin, entre Ruhrort et Homberg. — M. BOHNY expose, dans la *Schweizerische Bauzeitung*, du 18 juin, les conditions que doit remplir le pont-route franchissant le Rhin pour relier Ruhrort et Homberg.

La largeur du fleuve est ici de 300 mètres, mais le pont aura plus de 600 mètres. Le trafic de la navigation, en ce point situé au centre d'un district minier et métallurgique de premier ordre, est énorme ; le montage doit être combiné de façon à ne pas l'entraver.

L'auteur décrit le projet des usines de Gustavsburg, près Mayence, qui a été primé par la Commission d'examen des six projets présentés.

Il comporte cinq travées à peu près symétriques : une centrale de 203^m 40 ; deux latérales de 119 et 127 mètres ; deux travées de rives, de 83^m 20. Les poutres principales, continues, reposent sur les quatre piles par des sommiers à rotules.

La membrure inférieure est rectiligne et horizontale ; elle porte le tablier. La membrure supérieure est horizontale pour les travées de rives, et présente un gabarit spécial pour les travées médianes.

Le treillis est en N, et sur chaque pile un montant renforcé, constituant un robuste pylône, réunit les deux membrures.

La largeur de la chaussée est de 9 mètres ; les trottoirs ont 3^m 50 chacun et sont supportés en encorbellement par les poutres de rives.

Gazonnage des talus. — Dans l'*Engineering News*, du 2 juin, M. ARTHUR HAY expose les conditions suivant lesquelles doivent être engazonnés les talus des terres qu'on veut maintenir en place par la végétation herbacée, mais dont les pentes sont trop raides pour pouvoir être ensemencées. La réussite de l'opération dépend beaucoup du choix des mottes de gazon, de la nature des plantes, des terres, de la façon de découper les mottes et de les mettre en place.

Rails pour la circulation des voitures ordinaires sur les chaussées. — Le *Zentralblatt der Bauverwaltung*, du 14 mai, reproduit un type de fer profilé proposé pour l'installation de voies sur les chaussées dans le but de faciliter la traction des véhicules. C'est un profil en U renversé, dont les ailes sont sensiblement ramenées vers l'intérieur, et dont les bases sont armées de fortes nervures.

CORRESPONDANCE

L'éclusage des bateaux à Prerau sur le canal du Danube à l'Oder.

MONSIEUR L'ADMINISTRATEUR-DÉLÉGUÉ
du Génie Civil.

J'ai l'honneur de vous demander l'hospitalité de votre honorable Revue, pour compléter certains passages de l'article publié par M. Smrcek dans l'*Oesterreichische Wochenschrift*, et dont votre supplément au numéro du 28 mai du *Génie Civil* a donné (page 72) un bref résumé sous le titre « L'éclusage des bateaux à Prerau sur le canal du Danube à l'Oder ».

Outre le projet remis par ma maison en 1894 au Gouvernement autrichien, et qui prévoyait le halage mécanique des bateaux dans un sas mobile reposant sur un truck qui roulait le long d'un plan incliné, mon service technique avait étudié, à Vienne, sur la demande du Gouvernement et avec le concours offert et accepté de ses Ingénieurs, une variante comportant des écluses à forte chute : invité par ce gouvernement à prendre part à un concours international qui a eu lieu en 1897, en vue de rechercher les installations pratiques pour franchir d'importantes dénivellations, j'ai eu la satisfaction de voir primer le système de plans inclinés prévu dans mon projet.

L'entente intervenue entre le Gouvernement et moi comportait, au début même des travaux, l'établissement d'un des plans inclinés prévus dans mon projet, à Prerau.

J'étais donc en droit de considérer comme tranchée en ma faveur une question que le Gouvernement a cru devoir, à ma vive surprise, soumettre une fois de plus à un concours, après que ses Ingénieurs ont pu bénéficier, par l'examen minutieux de mes projets, de toutes les études faites par mes soins et à mes frais.

Veuillez agréer, etc.

Le Directeur de la Société d'Etudes
du Canal du Danube à l'Oder,
Adrien HALLIER.

Le Gérant : H. AVOIRON.

LE GÉNIE CIVIL

REVUE GÉNÉRALE HEBDOMADAIRE DES INDUSTRIES FRANÇAISES ET ÉTRANGÈRES

Prix de l'abonnement par an. — Paris : 36 francs; — Départements : 38 francs; — Étranger et Colonies : 45 francs. — Le numéro : 1 franc.

Administration et Rédaction : 6, rue de la Chaussée-d'Antin, Paris.

SOMMAIRE. — Chemins de fer : Manœuvre électropneumatique des signaux à la gare de Paris-Est, p. 161; E. WAGNER. — Travaux publics : Reconstruction du pont sur le Trent de la Compagnie du Midland Railway (Angleterre) (*planche XI*), p. 165. — Statistique : La répartition des automobiles et bicyclettes en France, p. 166; V. TURQUAN. — Physique industrielle : Explosion d'une chaudière de locomotive à la gare Saint-Lazare, à Paris, p. 169; P. BARDY. — Variétés : L'éclairage public à l'acétylène, en Allemagne,

p. 172; — Automotrices à vapeur des chemins de fer autrichiens, p. 172; — Tachymètre électromagnétique, p. 173; — Chargeuse à commande électrique, pour les aciéries, p. 173.

SOCIÉTÉS SAVANTES ET INDUSTRIELLES : Académie des Sciences (27 juin 1904), p. 174. — BIBLIOGRAPHIE : Revue des principales publications techniques, p. 174; — Ouvrages récemment parus, p. 176.

Planche XI : Reconstruction du pont sur le Trent de la Compagnie du Midland Railway (Angleterre).

CHEMINS DE FER

MANŒUVRE ÉLECTROPNEUMATIQUE DES SIGNAUX

à la gare de Paris-Est.

Les Compagnies de chemins de fer français ont étudié et expérimenté, durant ces dernières années, différents systèmes pour la commande à

Les dispositifs employés pour la commande à distance des signaux et appareils de voie sont généralement basés sur l'emploi de l'eau sous pression, de l'électricité ou de l'air comprimé.

Le système Westinghouse se distingue des systèmes similaires par l'emploi simultané et rationnel de l'air comprimé et de l'électricité. Les aiguilles et signaux sont actionnés au moyen de cylindres à air munis de pistons, dont les déplacements parfaitement rectilignes et déterminés correspondent exactement aux mouvements à produire; ces moteurs eux-mêmes sont commandés à distance par un courant

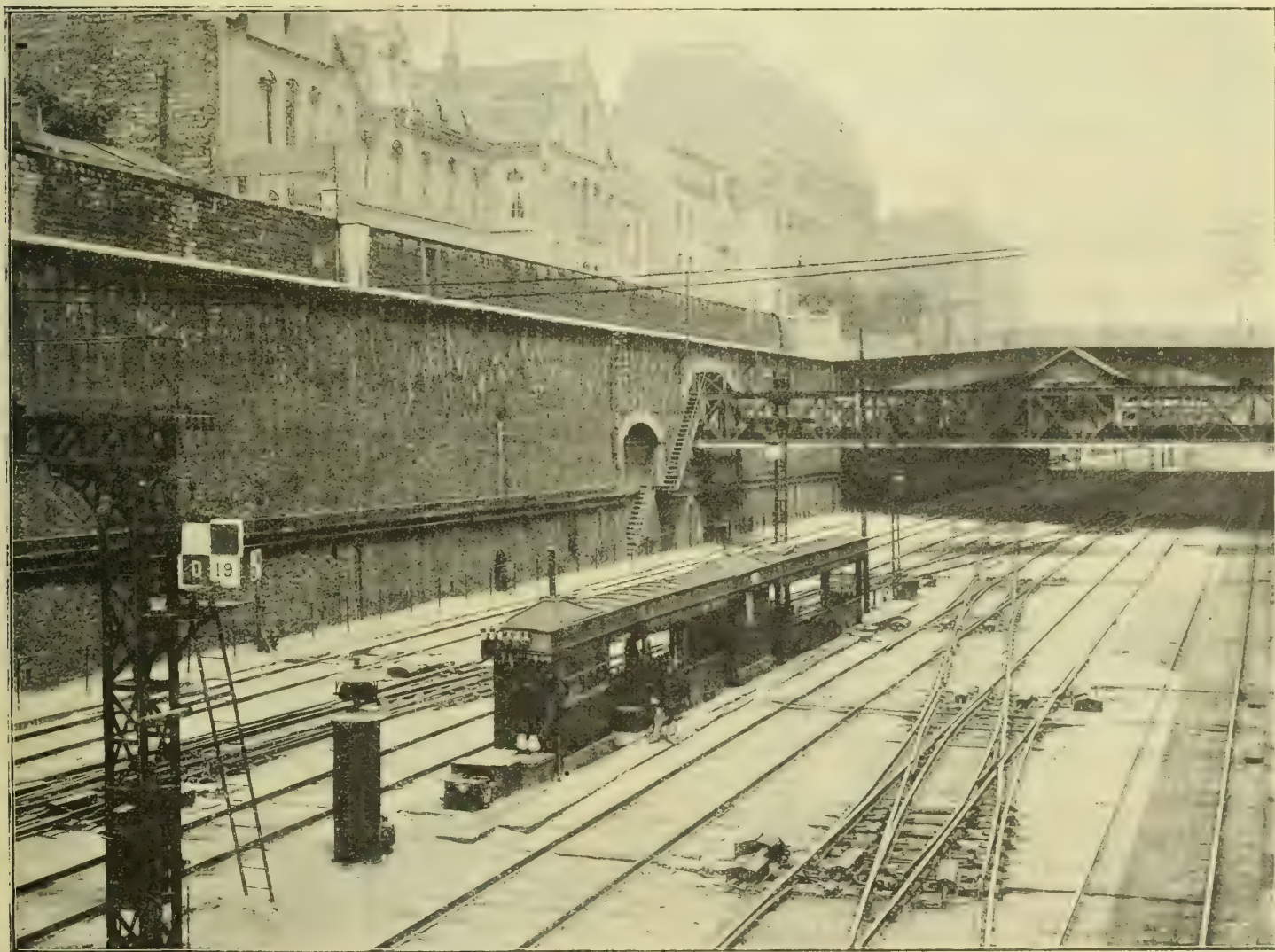


FIG. 1. — SIGNAUX ET APPAREILS DE VOIE A MANŒUVRE ÉLECTROPNEUMATIQUE DE LA GARE DE PARIS-EST : Vue du poste de commande.

distance des signaux et appareils de voie. Le développement croissant des gares et les complications de voies qui en résultent, ainsi que les conditions imposées par le service des trains directs, qui ont fréquemment à traverser des gares importantes à des allures rapides, nécessitent l'emploi d'appareils perfectionnés, capables d'assurer la sécurité complète des manœuvres. D'autre part, l'adoption d'un matériel plus lourd et d'appareils plus compliqués oblige à recourir à des moyens d'action auxiliaires.

électrique de faible tension, qui ne nécessite pas de précautions spéciales d'isolement, et qui se prête particulièrement à la commande et au contrôle instantanés du mouvement des appareils à distance.

La Compagnie des chemins de fer de l'Est vient d'installer et de mettre en service (le 22 juin), à la gare de Paris, un poste de commande électropneumatique, système Westinghouse, destiné à remplacer le poste C à commande mécanique qui était situé au niveau du sol et dans un espace très resserré (fig. 1) entre les voies montantes et les voies

descendantes. Ce poste commande en particulier les deux grandes bretelles qui assurent la banalité des voies de la gare, ainsi que les signaux qui en dépendent. Le nouveau poste C est établi au-dessus des voies, sur une passerelle, entre le pont de l'Aqueduc et le pont Philippe-de-Girard (fig. 1 et 2).

urbaine, un réservoir d'emmagasinement, situé sur la passerelle à proximité de la cabine et en communication avec la conduite générale, suffit à assurer le service de l'installation jusqu'à la mise en marche de la pompe à air; ce réservoir est visible à droite de la figure 12.

Enfin, chacun des divers moteurs est précédé d'un réservoir auxi-

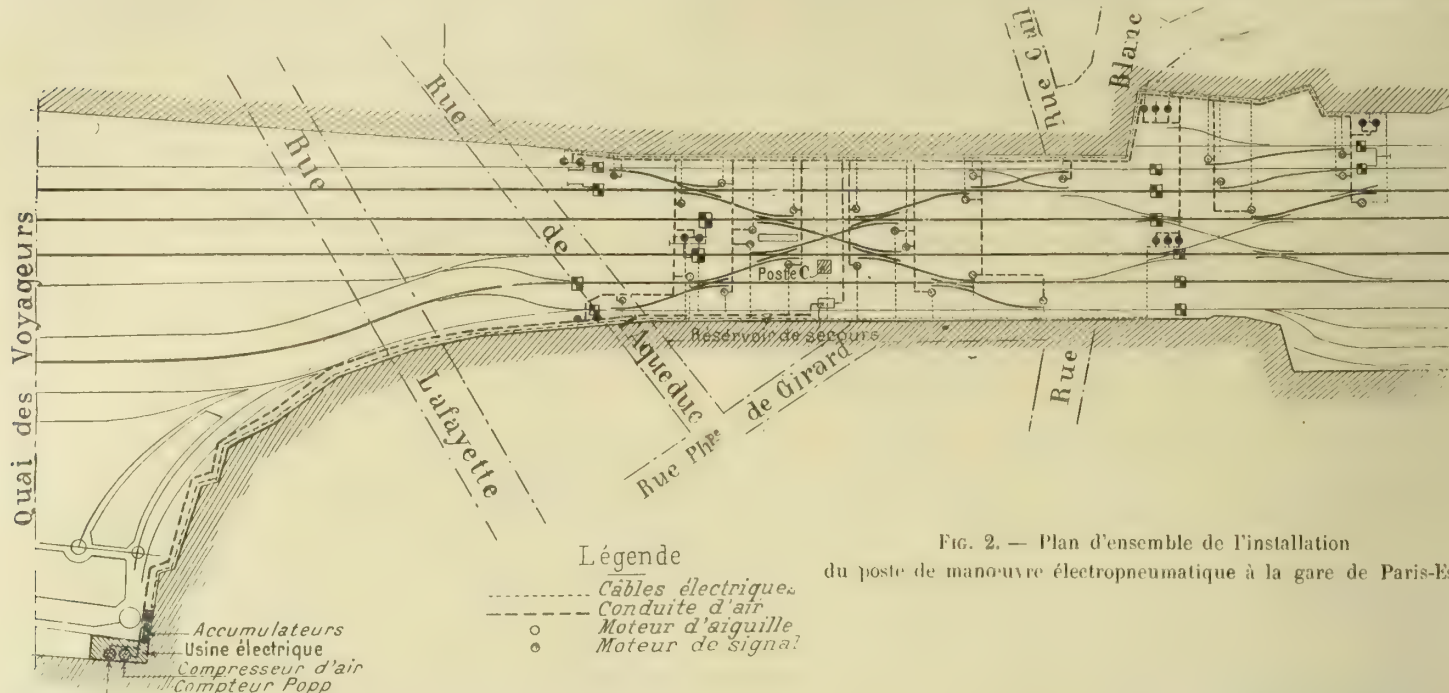


FIG. 2. — Plan d'ensemble de l'installation du poste de manœuvre électropneumatique à la gare de Paris-Est.

L'ensemble de l'installation comprend un certain nombre de moteurs électropneumatiques actionnant les aiguilles et les signaux, et alimentés par une canalisation générale d'air comprimé. Ces moteurs sont commandés électriquement par une table de manœuvre et d'enclenchements établie dans la cabine, et dont ils reçoivent le courant par des câbles à plusieurs conducteurs.

Le courant électrique nécessaire est fourni par deux batteries d'accumulateurs mises en service alternativement et alimentées par la station électrique de la gare.

L'air comprimé est amené par un branchement qui relie la conduite générale des moteurs à la canalisation urbaine de la Compagnie parisienne de l'Air comprimé. Un compresseur Westinghouse à vapeur, identique à celui qui est monté sur les locomotives pour le service des freins, est installé pour le cas de secours à proximité de la conduite d'air à laquelle il est relié. Ce compresseur reçoit la vapeur des chaudières de la station électrique de la gare, par l'intermédiaire d'un branchement muni d'un régulateur qui a pour but d'ouvrir ou d'interrompre automatiquement l'admission de vapeur, de manière à maintenir constante la pression de l'air dans la conduite générale. En cas d'accident imprévu à la canalisation

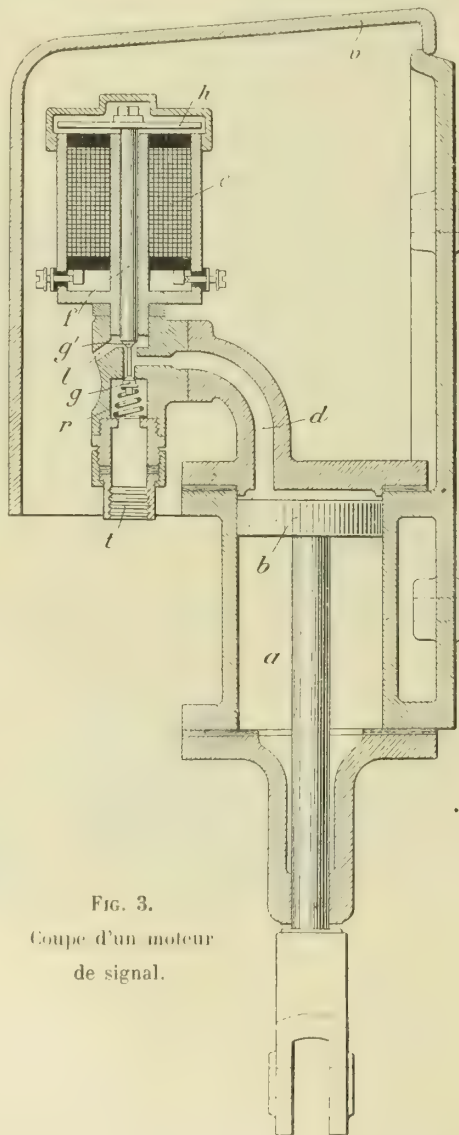


FIG. 3.
Coupe d'un moteur
de signal.

liaire de quelques litres de capacité destiné à recueillir l'eau de condensation et à constituer une réserve d'air pour amortir dans la conduite les dépressions résultant du fonctionnement des moteurs.

Les moteurs de signaux sont à simple effet, c'est-à-dire que l'air comprimé agit seulement sur la face supérieure du piston pour effacer le signal et le maintenir à voie libre; il est remis à sa position normale par un contrepoids. La figure 3 représente, en coupe, un moteur de ce genre.

Lorsque l'électro-aimant *e* reçoit le courant de la cabine, il attire l'armature *h* dont la tige *f* ferme la soupape *g'* et ouvre la soupape *g*. L'air est alors admis sur la face supérieure du piston *b* par la tubulure *d*, et efface le signal. Si, au contraire, le courant se trouve inter-

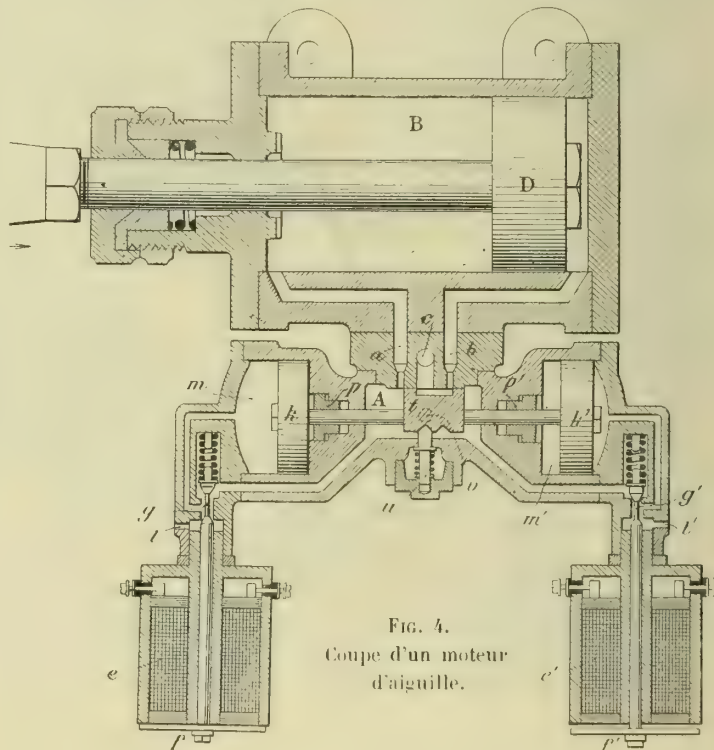


FIG. 4.
Coupe d'un moteur
d'aiguille.

rompu, les soupapes sont repoussées par l'action simultanée de l'air comprimé et du ressort *r*; la soupape *g* ferme l'admission tandis que la soupape *g'* ouvre l'échappement par la tubulure *l* et le signal est mis à l'arrêt par le jeu d'un contrepoids.

Les moteurs d'aiguille sont à double effet, c'est-à-dire que l'air comprimé agit sur une face du piston ou sur l'autre selon qu'on veut obtenir un déplacement de l'aiguille dans un sens ou dans l'autre. La chambre A (fig. 4) reliée en *v* à la canalisation générale d'air com-

primé, renferme un tiroir t qui commande les lumières d'admission a et b et la lumière d'échappement c .

Ce tiroir est actionné par deux pistons secondaires k et k' , qui se meuvent dans les cylindres m et m' . Chacun de ces cylindres est muni d'un électro-aimant e, e' analogue à l'électro-aimant de signal à double soupape g, g' , décrit précédemment.

Le tiroir est fixé dans chacune de ses positions extrêmes par un verrou à ressort u qui pénètre dans l'une des deux encoches pratiquées dans le dos du tiroir.

Supposons qu'un courant soit envoyé de la cabine dans l'électro-aimant e , l'armature f est attirée, et l'air, admis dans le cylindre m ,

les appareils à distance ont effectivement accompli le mouvement commandé par ce levier.

Le schéma de la figure 9 est relatif aux circuits de commande et de contrôle de deux signaux incompatibles A et B, commandés par un même levier L. Ainsi qu'on peut le voir, le mouvement de ce levier vers la position R ferme en b le circuit du moteur B' et a pour effet d'effacer le signal B, tandis que le mouvement de ce levier vers la position R' établit en a le circuit du moteur A' et efface le signal A. Les interrupteurs de contrôle A'' et B'' commandés par les signaux A et B, sont intercalés en série dans le circuit de l'électro-aimant de contrôle e . Lorsqu'on saisit le levier L pour effacer l'un des deux si-

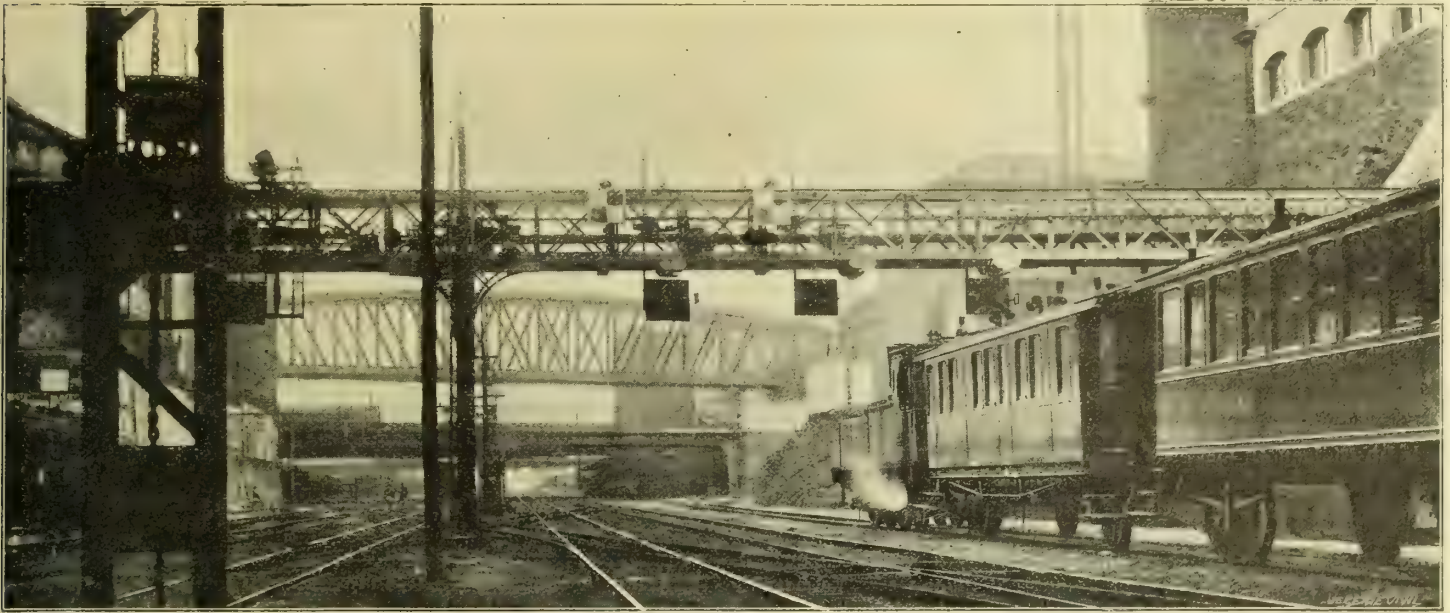


FIG. 5. — PASSERELLE DES SIGNAUX A MANŒUVRE ÉLECTROPNEUMATIQUE DE LA GARE DE PARIS-EST.

pousse le tiroir t dans la position indiquée sur la figure, tandis que l'air précédemment admis dans le cylindre m' s'échappe par l'orifice l' . L'air de la conduite passe par la lumière a sur la face antérieure du piston D, celui-ci se déplace de gauche à droite, produisant le mouvement correspondant de l'aiguille qu'il commande. Si, au contraire, le courant se trouve interrompu en e et établi en e' , le tiroir t poussé par le piston k' change le sens de la distribution et produit le mouvement en sens inverse du piston D et de l'aiguille.

En service normal, l'un des deux électro-aimants e ou e' est constamment sous l'influence du courant, de sorte qu'il est nécessaire de

gnaux A ou B, on dégage le verrou l de son encoche et on complète ainsi le circuit de contrôle à l'interrupteur C, à condition que les interrupteurs A'' et B'' soient fermés; de sorte que l'électro-aimant e attire le verrou d et le dégage de son encoche f . Mais si le circuit de contrôle est interrompu en un point quelconque, le verrou d ne peut être déposé et la manœuvre du levier est empêchée tant que les appareils ne se trouvent pas dans les conditions normales de fonctionnement.

Le schéma de la figure 10 est relatif à la commande et au contrôle d'une aiguille. Le levier L dans la position Ln établit en n le contact de l'électro N du moteur et maintient l'aiguille dans la position indiquée par la figure. En renversant le levier dans la position Lr , on interrompt en n le circuit de l'électro-aimant N, tandis qu'on ferme en r

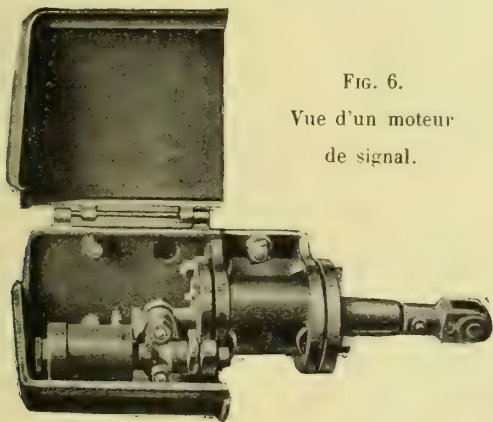


FIG. 6.
Vue d'un moteur
de signal.

couper l'un des circuits et d'établir l'autre pour pouvoir obtenir le renversement de l'aiguille.

La crosse C du piston du moteur M (fig. 8) actionne l'aiguille par l'intermédiaire d'une came D formant renvoi d'équerre, et mobile autour de l'axe d . Cette came est entraînée par le galet G de la barre B; sa forme est telle que le mouvement rectiligne de ce galet produit successivement les trois opérations du décalage de l'aiguille, de sa manœuvre et de son recalage dans sa nouvelle position. La barre B, qui commande de plus la boîte de contrôle E et la pédale, porte des verrous qui s'engagent dans des encoches appropriées des lames de verrouillage V et V'.

Les leviers de la table de manœuvre sont pourvus de dispositifs de contrôle impératif destinés à empêcher la manœuvre des leviers si les appareils de voie et signaux intéressés ne se trouvent pas tous réellement dans la position voulue. De plus, toute manœuvre d'un levier d'aiguille qui est commencée ne peut être achevée qu'après que

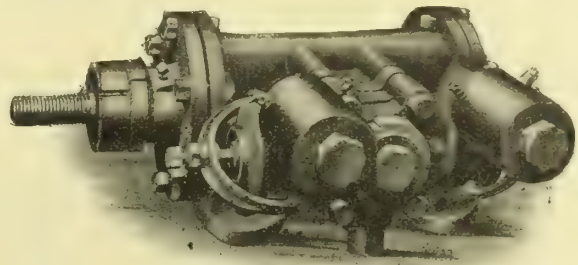


FIG. 7. — Vue d'un moteur d'aiguille.

celui de l'électro-aimant R; on provoque ainsi le renversement de l'aiguille.

Les mouvements de l'aiguille sont contrôlés par un commutateur $n^1 r^1$ qui établit le circuit dérivé de l'un des électro-aimants N^1 ou R^1 . Lorsqu'on renverse le levier vers la position Lr , on établit d'abord le contact r ainsi qu'il vient d'être dit, mais le levier se trouve arrêté dans sa course à une position intermédiaire Lr par le verrou 3 butant contre l'arrêt 2, jusqu'à ce que le courant de contrôle établi par l'aiguille en r^1 et indiquant que la manœuvre est complètement effectuée, vienne soulever ce verrou et permettre d'amener le levier jusque dans la position finale Lr . Le commutateur $r^2 n^2$ entre en jeu vers la fin de la course du levier pour rompre le circuit de l'électro-aimant R^1 qui vient d'accomplir son rôle, et préparer le circuit de l'électro-aimant N^1 pour le contrôle de la manœuvre suivante.

En réalité, les schémas qui précèdent sont destinés à donner une idée de l'établissement des circuits sans tenir compte de la forme et de la disposition des organes.

La figure 11 représente, à titre d'exemple, la combinaison de deux leviers, dont l'un commande une aiguille et l'autre les signaux qui protègent cette aiguille. Chacun de ces leviers actionne, par un jeu de pignons dentés, un arbre horizontal portant des secteurs F munis

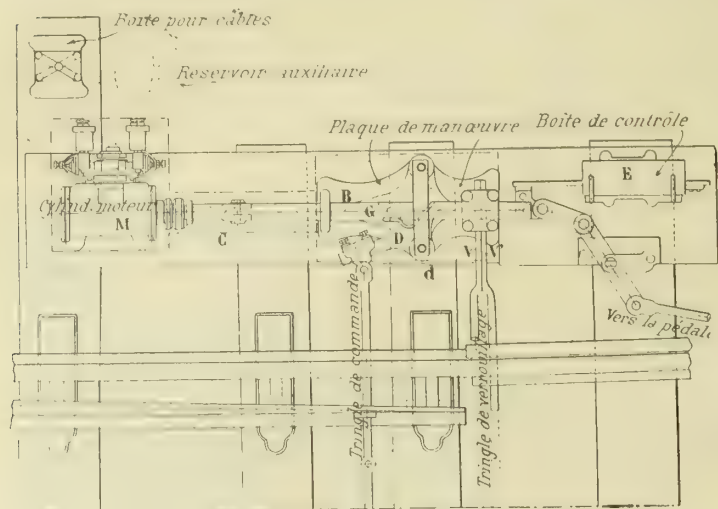


FIG. 8. — Dispositif de commande d'aiguille.

d'encoches *f* ou de taquets appropriés, et qui reçoivent les verrous des électro-aimants de contrôle *e*, *R*¹, *N*¹. Le prolongement de cet arbre porte un rouleau en ébonite *l'* muni de touches destinées à établir les circuits de commande.

Ainsi qu'on peut s'en rendre compte, le rouleau du levier d'aiguille commande les électro-aimants du moteur d'aiguille par les contacts *n* et *r*. Ce rouleau se trouve de plus intercalé dans les circuits de commande des signaux A, B, C, pour lesquels il joue le rôle de « sélecteur », de telle sorte qu'il est impossible, en manœuvrant le levier des signaux, d'effacer un signal qui soit incompatible avec la position de l'aiguille.

lorsque l'aiguille est « renversée » et que le levier d'aiguille occupe la position *Lr*.

Ce dispositif réalise donc un véritable « enclenchement » électrique entre les deux leviers considérés.

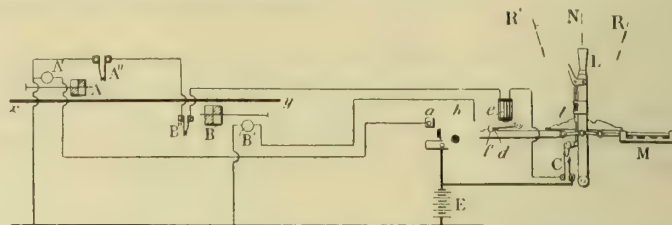


FIG. 9. — Schéma de la commande des signaux.

L'appareil de manœuvre est complété par une table d'enclenchements mécaniques verticale, et chaque levier engrène avec un arbre *j* qui commande une barre à taquets de cette table.

La cabine comporte vingt-trois leviers dont quatorze leviers d'aiguille

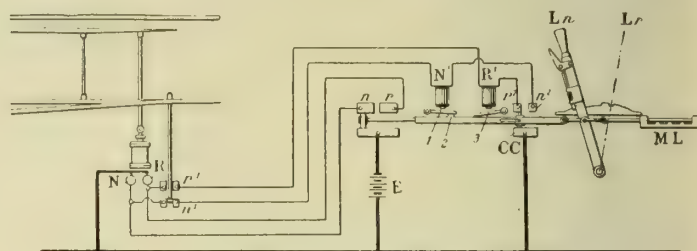


FIG. 10. — Schéma de la commande d'une aiguille.

commandant quarante aiguilles et neuf leviers de signaux commandant quatorze signaux. La table comporte de plus, en attente, sept cases libres. Cet ensemble constitue un appareil qui mesure 2^m 15 sur 1^m 10 et 2^m 50 de hauteur. Ainsi qu'on l'a vu plus haut, les leviers de signaux sont à trois positions, c'est-à-dire qu'ils peuvent être renver-

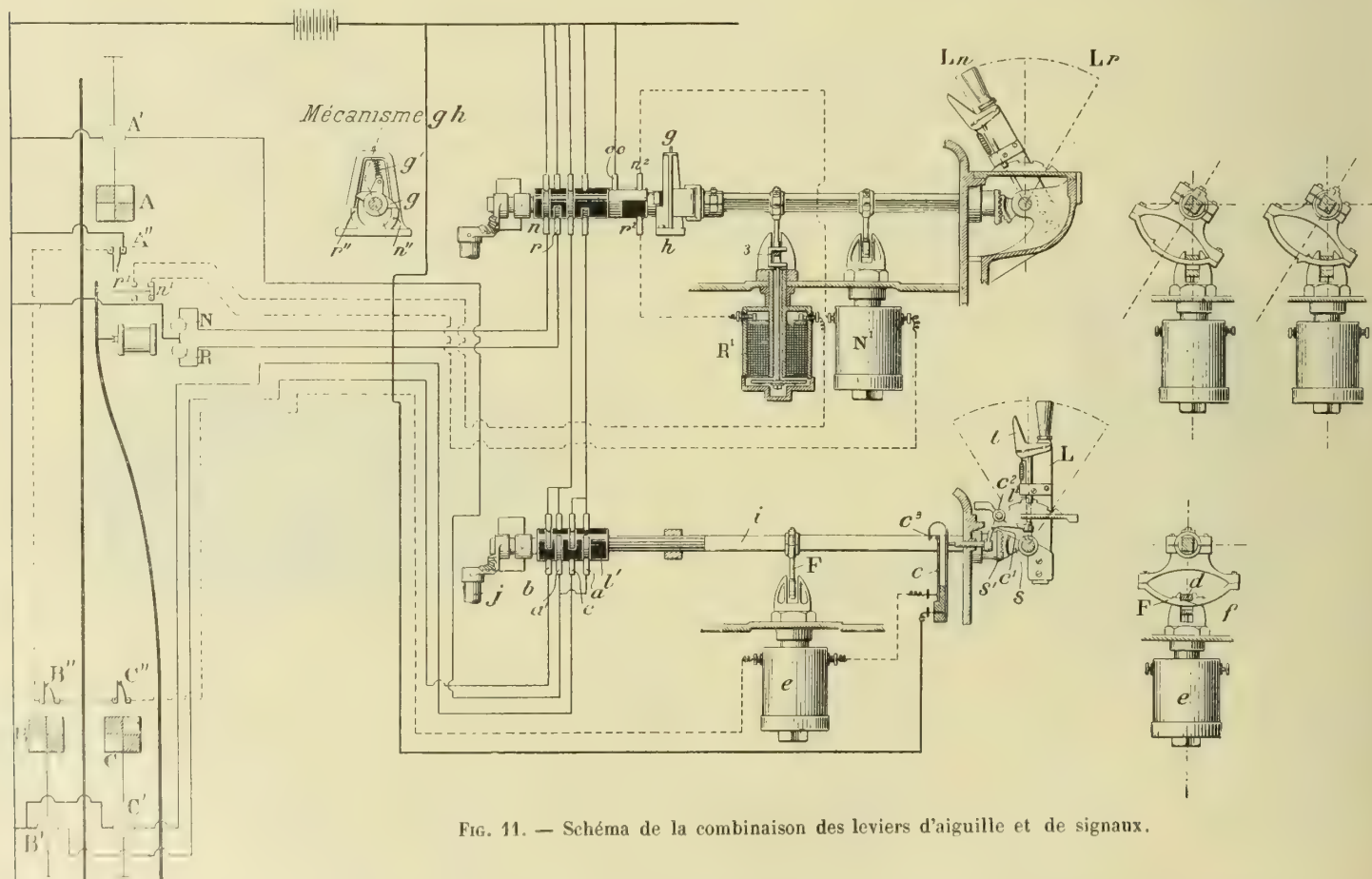


FIG. 11. — Schéma de la combinaison des leviers d'aiguille et de signaux.

Supposons par exemple que l'aiguille et son levier se trouvent dans la position « normale » indiquée par la figure; suivant qu'on renversera le levier de signal en avant ou en arrière, on effacera soit le signal B, soit le signal A; mais il ne sera pas possible d'effacer le signal C, attendu que le circuit de commande de ce signal se trouve interrompu au rouleau du levier d'aiguille. Réciproquement, les mêmes conditions se trouvent réalisées à l'égard du circuit de commande du signal B

sés en avant ou en arrière; le renversement, dans un sens, efface le signal d'entrée et le renversement dans l'autre sens le signal de sortie. Les leviers d'aiguille sont également à trois positions: la position normale correspond à la position normale de l'aiguille; la position renversée en avant correspond aux itinéraires d'entrée en gare, tandis que la position renversée en arrière correspond aux itinéraires de sortie.

RECONSTRUCTION DU PONT SUR LE TRENT de la Midland Railway C^y (Angleterre)

Fig.1. Elévation de l'ancien pont

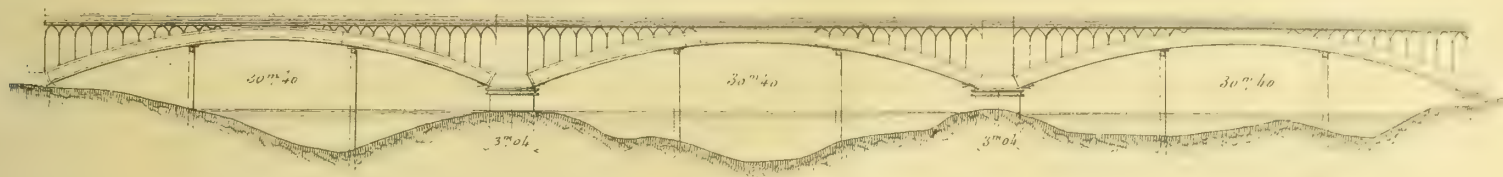


Fig.2. Elévation d'une travée du nouveau pont

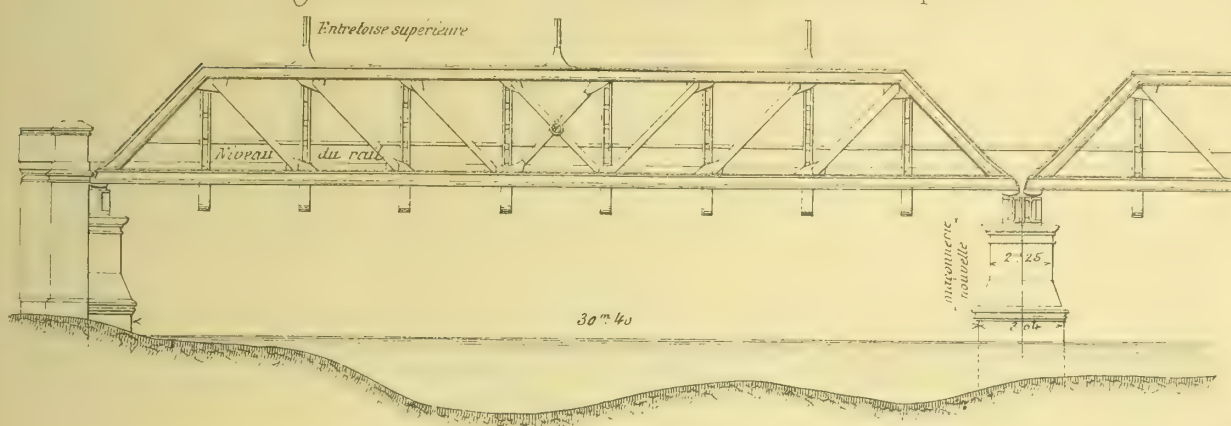


Fig.3. Coupe transversale

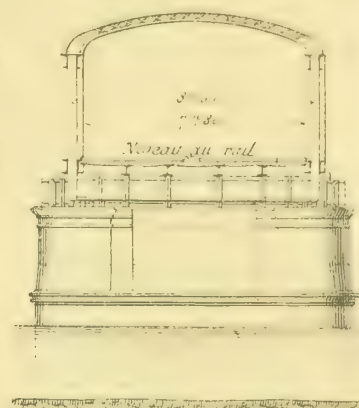


Fig.4. Elévation du pont de service pour le montage du nouveau pont

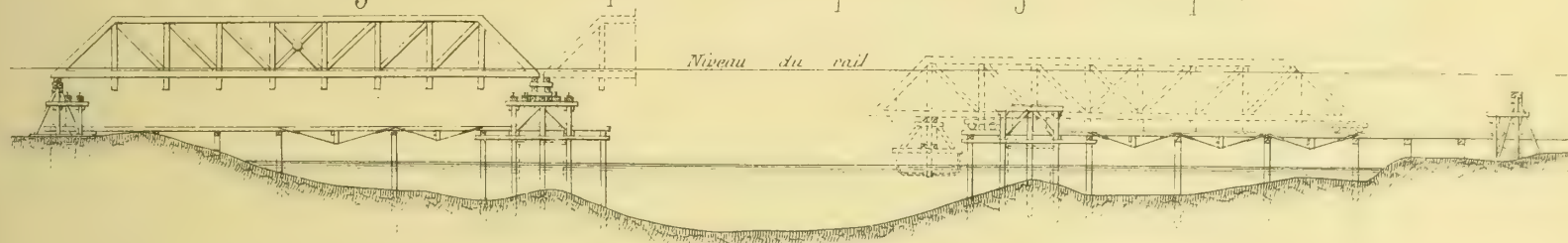


Fig.5. Plan du pont de service

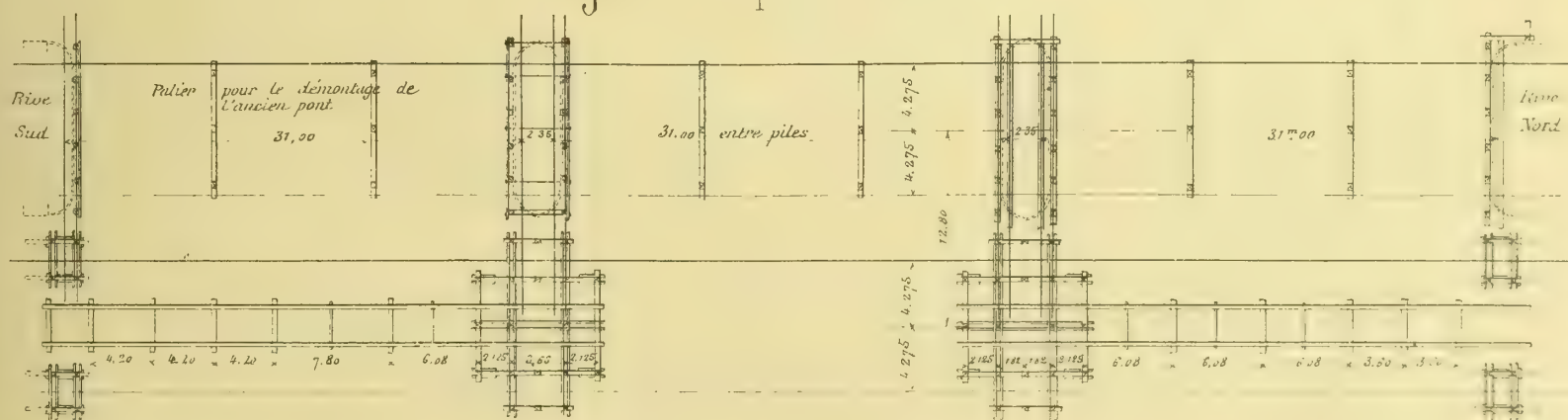


Fig.6. Elévation-coupe

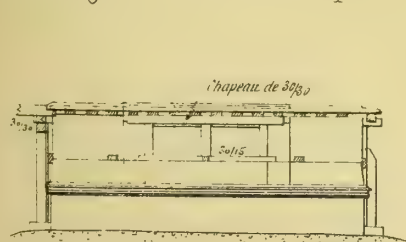


Fig.7. Coupe suivant DD

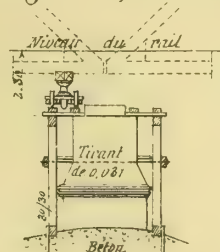


Fig.8. Coupe longitudinale

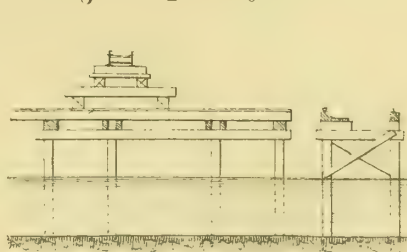
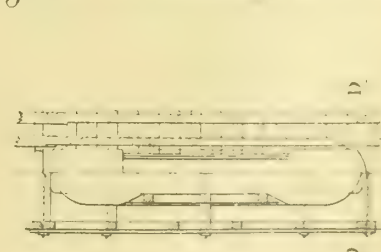


Fig.9. Plan des échafaudages



Cette disposition qui ne nécessite qu'une légère modification de l'appareil de commande de la cabine, permet de tenir compte automatiquement des différences d'enclenchements à réaliser entre les leviers pour les trains circulant dans un sens ou dans l'autre.



FIG. 12. — Vue du poste de commande et du réservoir intermédiaire.

Les aiguilleurs du poste C reçoivent, au moyen d'un téléphone haut-parleur, les instructions du chef de manœuvre qui commande les différents postes de la gare.

E. WAGNER,
Ingénieur des Arts et Manufactures.

TRAVAUX PUBLICS

RECONSTRUCTION DU PONT SUR LE TRENT de la Compagnie du Midland Railway (Angleterre).

(Planche XI.)

Les voies de la Compagnie du Midland Railway franchissent le Trent, près de son confluent avec la Soar, sur deux ponts : l'un, destiné au service des voyageurs et établi en 1839, l'autre employé aux transports des minerais et des marchandises lourdes et édifié il y a une dizaine d'années seulement. C'est le premier de ces ouvrages qui a dû être reconstruit. L'exploitation de la ligne de voyageurs a été reportée sur le second, et l'espace de 30 mètres, intermédiaire entre les voies, a été employé au montage, sur un pont de service, des travées du nouveau pont (1).

ANCIEN PONT. — Comme on peut le comprendre par la date de sa construction, l'ancien pont était entièrement en fonte. Il comportait trois arches de chacune 30^m 40 de portée et de 3^m 95 de flèche, avec des culées en maçonnerie à chaque extrémité et deux piles dans la rivière (fig. 1, du texte, et fig. 4, pl. XI). Chaque arche était formée de six arcs ; les deux extrêmes, qui étaient un peu plus ornés que les autres, portaient les parapets : les quatre arcs intérieurs soutenaient chacun une file de rails. La composition des arcs était la même ; chacun d'eux consistait en trois pièces, deux reins et la clef, d'une longueur égale de 10^m 20. La partie soutenant le tablier avait une forme en double T, de 0^m 20 aux semelles et de 0^m 30 de hauteur avec 0^m 0375 d'épaisseur. Elle se reliait par des arcatures venues de fonte avec elle à la poutre inférieure qui, pour les pièces formant reins, avait 0^m 90 de hauteur à la naissance, et pour les clefs 0^m 75, avec des épaisseurs communes de 0^m 05 aux âmes. Les premières pesaient 10 tonnes dans les arcs intérieurs, et les autres environ 8 tonnes, ce qui, pour chaque arc intérieur, formait un poids total de 28 tonnes. Les arcs étaient tous reliés entre eux au droit des joints, par des diagonales boulonnées sur eux

recouvrant les joints à l'aide de semelles (fig. 4), et aux points intermédiaires par trois entretoises simples et plus légères. Le platelage reposait sur les semelles supérieures des arcs et était constitué par des madriers créosotés de 0^m 10 × 0^m 10 qui portaient le ballast et la voie.

La fonte employée dans cet ouvrage atteignait le poids total de 655 tonnes et avait coûté, toute posée, 57 francs par tonne.

En 1881 et en 1893, on renforça les pièces d'entretoisement des poutres supérieures et on plaça des diagonales en fer forgé pour solidariser les arcs. Mais, malgré ces additions, l'ouvrage était exposé à des vibrations dangereuses lors du passage des fortes locomotives ; on observait même un léger balancement des piles sous l'influence de l'inégalité des charges quand un train se trouvait à l'extrémité d'une des travées, l'autre voie de la même travée demeurant vide. Aussi, lorsqu'en 1902, on décida de porter à 110 tonnes le poids des locomotives, il devint indispensable de remplacer un pont qui avait été construit à une époque où le poids des machines ne dépassait pas 35 tonnes. Il fut convenu qu'on hausserait les culées et les piles et qu'on substituerait aux arcs en fonte des poutres en acier du type Linville.

Démontage de l'ancien pont. — Pour enlever les arcs, on bâtit deux files de chacune dix pilots, surmontés de chapeaux destinés à soutenir, dans chaque travée, les atouts des parties d'arc restantes quand on aurait enlevé celles qui formaient les clefs. On attaqua d'abord la travée sud : une grue à vapeur, roulant sur les voies, levait d'abord ces dernières sur les arcs extérieurs, puis on supprima le platelage et les

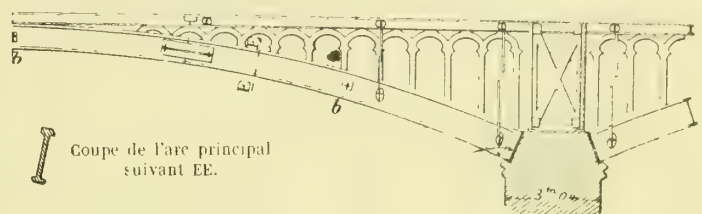


FIG. 4. — Élévation d'un demi-arc intérieur de l'ancien pont.

rails, et on leva successivement les pièces centrales des arcs intérieurs à l'aide d'une grue de 10 tonnes établie sur deux pontons de 30 tonnes chacun. La grue roulante attaqua alors la seconde travée et fut suivie, comme précédemment par la grue flottante. Au fur et à mesure de l'enlèvement des pièces, celles-ci étaient reprises par une grue de 12 tonnes roulant sur la partie encore restante du pont puis chargées sur wagons. Enfin, les dernières demi-travées des extrémités nord et sud de l'ouvrage furent déposées à l'aide de mêmes engins fonctionnant sur les culées. On constata que toutes les pièces étaient en très bon état et n'avaient aucunement souffert de la rouille pendant leurs soixante-trois ans d'existence ; aussi le démontage s'exécuta-t-il aisément et n'eût-on besoin de vérins que pour la séparation des pièces formant clefs. La dépose du vieux pont demanda quarante-trois jours de travail, la dernière travée fut même enlevée en dix jours.

NOUVEAU PONT. — Comme nous l'avons dit, le nouveau pont est constitué par trois poutres en acier du type Linville. Ces poutres ont une longueur de 35^m 35 et une hauteur de 4^m 65. Elles sont espacées de 8^m 60 d'axe en axe, et sont reliées en trois points de chaque travée par des entretoises supérieures (fig. 3, pl. XI). Les montants verticaux dépassent de 0^m 71 la membrure inférieure, et c'est sur ces abouts que sont rivées les pièces du pont (fig. 2 et 3, pl. XI). Elles portent elles-mêmes les longerons surmontés par un platelage métallique formant cuvette pour l'évacuation des eaux à l'aide d'une série de petits tuyaux. Ce platelage est recouvert d'une couche d'asphalte de 0^m 025 d'épaisseur ; au-dessus reposent une couche de ballast en pierrailles et la voie ferrée. Les extrémités des poutres reposent sur des rouleaux de dilatation qui sont eux-mêmes supportés par des plaques de fondation en acier fixées sur des poutrelles de 10^m 60 de longueur et de 0^m 71 de hauteur. Celles-ci répartissent les efforts sur la maçonnerie des culées et des piles.

Pont de service. — Le montage des poutres fut exécuté à l'aide d'un pont de service établi entre les deux voies ferrées et prolongé d'une longueur de 70 mètres sur la rive nord. Il présentait, au centre, une ouverture de 24 mètres (fig. 4 et 5, pl. XI), et son tablier régnait à 2 mètres au-dessus du niveau normal de la rivière. La portée de rive était assez large pour permettre le montage des poutres. Les figures 4 et 5 de la planche XI indiquent les dispositions générales de ce pont et de sa voie de service qui n'offrent rien de particulier comme charpente. Il était complété au droit des culées et des piles par des échafaudages arasés au niveau définitif du nouvel ouvrage, et sur lesquels les travées complètes étaient montées et rivées. Ces échafaudages étaient établis sur des massifs de béton en prolongement des piles et des culées, et portaient à leur sommet une voie sur laquelle circulaient les appareils de traction attelés aux poutres pour les amener à leur emplacement définitif. A l'arrière du pont de service sur la rive sud, on avait élevé une plate-forme pour une grue roulante de 5 tonnes, portée sur un truck à quatre roues et employée au montage des pièces de pont et de platelage.

(1) D'après un mémoire de M. F. H. FRÈRE (*Proceedings of the Institution of Civil Engineers*).

Montage des poutres. — Les pièces étaient amenées par un embranchement provisoire de la voie nord des marchandises. On montait deux poutres à la fois en faisant reposer leurs extrémités respectives sur des trucks. Dès que la plus proche de la rive (sud) était rivée, on la faisait rouler sur le pont, en rivière, et on avançait la seconde sur l'échafaudage de rive, puis on la remplaçait par la troisième. Quand les poutres complétées arrivaient à l'ouverture laissée dans le pont de service, il fallait les charger sur chaland. A cet effet, on reculait le truck qui portait l'extrémité antérieure de la poutre, de manière à la dégager et à la faire reposer sur un échafaudage porté par le chaland (fig. 4, pl. XI). On la tirait ensuite et, en arrivant à l'autre bout de l'ouverture, on faisait reposer l'about sur un truck et on libérait le chaland; le même procédé servait au transport de l'extrémité postérieure de la poutre.

Il ne s'agit ici, naturellement, que des fers de la travée sud, car pour celle du milieu on n'eut à employer le chaland que pour une seule de ses extrémités, et la travée nord n'utilisa que le pont de service. Lorsque les poutres étaient en position sur ce dernier en face des emplacements qu'elles devaient occuper sur les piles ou les culées, on les levait à l'aide de vérins de 50 tonnes, et on les déposait sur des trucks roulant sur des voies transversales et permettant de les établir sur calages à l'écartement nécessaire pour le montage des pièces de pont.

Les pièces de pont étaient amenées par des chalands et levées par la grue de 5 tonnes de la rive sud. Par boulonnage on assemblait quelques pièces avec les longerons et le platelage correspondants, puis on posait sur cette plate-forme une voie provisoire d'avancement pour la grue. Dès que le platelage était débarrassé derrière elle, on procédait au rivetage; enfin, à mesure que celui-ci avançait, on faisait la peinture et l'asphalage. Entre temps, on avait fixé les plaques de dilatation sous les abouts des poutres principales: elles étaient ainsi prêtes à être ripées sur les piles et les culées à leurs emplacements définitifs. Tout le travail de rivetage fut exécuté à l'aide de riveuses pneumatiques à longue course, du système Boyer. L'air comprimé nécessaire était fourni par une locomobile Marshall de 30 chevaux qui actionnait un compresseur Ingersoll-Sergeant et permettait d'actionner six riveuses à la fois. La pression d'air obtenue était de 6 kilogr. par centimètre carré.

Maçonnerie. — Il y avait lieu de relever de 2^m 73 (9 pieds) les culées et les piles pour leur permettre de recevoir les sommiers d'abouts des poutres. Les pierres provenant des carrières de grès de Whadstandwell (Derbyshire) arrivaient toutes taillées par la rivière. Leur mise en place suivait d'aussi près que possible le démontage de l'ancien pont; leur pose sur les culées s'effectuait à l'aide d'une grue placée

sur le rivage et prenant les pierres directement dans le chaland; celles des piles étaient montées au moyen d'une grue flottante de 3 tonnes pour les pierres de dimensions ordinaires et, pour les pierres du couronnement qui pesaient 7 tonnes, au moyen d'une autre grue plus forte circulant sur l'échafaudage des piles.

Ripage des fers. — Dès que les couronnements de la culée et de la pile sud eurent été achevés, on prolongea le pont supérieur, sur lequel reposaient les travées, par des échafaudages établis sur la maçonnerie et qu'on amena d'une voie de roulement pour les trucks qui portaient les poutres. Ces trucks étaient formés de longerons en acier supportés par six roues à gorge; ils étaient munis de deux vérins hydrauliques d'une force de 30 tonnes chacun et dont les têtes soutenaient les calages des poutres. L'un des trucks portait une presse hydraulique qui desservait les quatre vérins placés individuellement sous les abouts des poutres.

La travée sud fut mise en position la première à l'aide de treuils placés sur la rive pour la culée, et sur l'échafaudage de la pile pour celle-ci. La longueur de ripage était de 12^m 60 et fut franchie en moyenne en une heure. On n'eut plus alors qu'à abaisser la travée sur les sommiers. Les autres travées furent établies d'une manière analogue, puis on procéda à la pose de la voie et du ballast.

Le montage des grandes poutres fut commencé en juillet 1902. La voie à voyageurs fut réunie à celle des marchandises le 28 septembre; on avait alors complété la travée sud; les poutres principales de la travée centrale étaient en position sur le pont de service, et prêtes à recevoir les pièces de pont et le platelage, et la travée nord était montée à terre. Le nouvel ouvrage fut ouvert au trafic le 11 janvier 1903; l'ensemble du travail a donc nécessité une durée de quinze semaines, ce qui peut être considéré comme satisfaisant étant donnée la faible longueur des journées de travail en hiver.

Voici les poids des parties métalliques du nouveau pont :

Poids total de l'acier employé	tonnes.	633
Poids d'une travée complète	—	260
Poids d'une poutre principale	—	55
— d'une pièce de pont	kilogr.	4 915
— d'un longeron	—	800
— d'un sommier (pile)	—	10 960
— — (culée)	—	5 980

Avant la mise en service, on a procédé aux essais avec quatre locomotives de 103 tonnes chacune, placées deux par deux, tampon à tampon, sur chacune des voies. Les poutres principales ont accusé une flèche de 0^m 0125 et les pièces de pont une flèche de 0^m 003.

G. R.

STATISTIQUE

LA RÉPARTITION DES AUTOMOBILES ET BICYCLETTES en France.

Chaque année, le ministère des Finances fait un recensement du nombre des chevaux et voitures, des automobiles et des bicyclettes. Ce recensement, fait bien entendu au point de vue fiscal, offre au point de vue industriel un double intérêt: d'abord pour ce qui concerne les progrès des industries de la construction des bicyclettes et des automobiles, puis pour ce qui concerne la lutte qui paraît exister, aujourd'hui, entre ces industries, si rapidement développées, et l'élevage des chevaux, d'une part, la carrosserie et la fabrication de voitures de tout genre, d'autre part.

Si l'on considère que le capital représenté par les voitures automobiles circulant en France n'est pas inférieur à 200 millions de francs, et que celui qui est représenté par les vélocipèdes possédés par les cyclistes de toutes classes atteint une somme à peu près égale, on peut se rendre compte que la valeur des produits d'une industrie bien française, atteindra bientôt un demi-milliard de francs, résultat qui eût semblé inespéré par ceux qui ont vu la naissance de ces deux industries si développées aujourd'hui.

Nous allons examiner rapidement, d'après les rôles des contributions et divers renseignements industriels qui ont été mis à notre disposition, les progrès de l'industrie de l'automobile et du vélocipède, la répartition géographique actuelle de cette fabrication dans les différentes parties de la France, son influence sur l'industrie des transports, le nombre des voitures automobiles circulant dans nos villes et sur nos routes, le nombre des vélos en usage.

Nous montrerons, en même temps, comment se répartissent géographiquement les automobiles et bicyclettes, leur proportion pour les 100 000 hectares de superficie qu'elles sont à même de parcourir ordinairement, leur proportion pour 100 000 habitants; nous calculerons la fréquence des automobiles et des bicyclettes, en fonction de l'état de fortune des habitants: il sera en effet intéressant de voir quelle est, dans les diverses parties de la France, l'influence de la richesse des populations, fort variable comme l'on sait, sur la fréquence des

automobiles, des motocycles, des vélocipèdes; c'est ainsi que, pour ne citer qu'un exemple, dans la Lozère on peut compter 6 automobiles et 1 500 vélos pour un milliard de capital possédé, alors que dans le Doubs, qui les fabrique, et dans les Alpes-Maritimes qui les consomme, on compte quarante fois plus d'automobiles et dix fois plus de bicyclettes.

Nous examinerons ensuite comment se répartissent, en France, les chevaux et voitures; quelle est la part contributive de la taxe qui frappe les chevaux, voitures, mulets; nous comparerons en même temps le nombre des voitures automobiles à celui des chevaux et voitures, le nombre des vélocipèdes à celui des chevaux, car non seulement la richesse influe sur la diffusion des nouveaux moyens de transport que nous examinons, mais il convient de tenir compte également de l'influence du nombre de chevaux existants et de la facilité que possède l'habitant de s'en procurer et de s'en servir: par exemple, il est naturel de trouver moins de vélos dans l'Eure, qui possède beaucoup de chevaux, que dans le Rhône ou dans l'Est, où l'on en compte fort peu.

Enfin il y a lieu de considérer la physionomie du pays: il est certain que dans le Massif Central, dans les Alpes, dans les Pyrénées, en Corse, où les routes présentent de nombreuses pentes peu propices au cyclisme, on trouvera moins de vélos que dans les plaines de la Champagne et dans les environs plats des grandes villes, où les fervents de la bicyclette ne rencontrent que fort peu de routes fatigantes ou dangereuses.

RÉSULTATS GÉNÉRAUX DU RECENSEMENT DES AUTOMOBILES ET DES BICYCLETTES. — L'Administration vient de relever le nombre de ces machines: on a compté, en nombre rond, 20 000 voitures automobiles, et 1 400 000 vélocipèdes. Tels sont les chiffres généraux que nous allons analyser, par département, par nombre de places, par rapport à la surface desservie, au nombre d'habitants, à l'importance de leur richesse, au nombre des chevaux et voitures, etc.

Occupons-nous d'abord des voitures automobiles. Leur nombre est de 19 886 pour l'ensemble de la France. Sur ces 19 886, il s'en trouve 14 340 pour les voitures automobiles à plus de deux places et 5 546 pour les voitures à une et à deux places. On voit ainsi que les deux tiers constituent des voitures comportant trois, quatre, six places, tandis que le tiers seulement est formé par les voitures légères à une et à

deux places. Sans que l'on puisse établir un prix moyen général d'une voiture automobile, prix qui a diminué d'ailleurs très sensiblement depuis plusieurs années, on peut avancer que pour une grosse voiture en y comprenant les accessoires, et sans y comprendre les réparations incessantes et frais de manutention, de conduite et d'entretien, la dépense n'est pas inférieure à 10 000 francs. Après renseignements pris auprès d'industriels spécialistes, nous pouvons avancer que le capital total représenté par les automobiles possédées atteint 200 millions de francs.

Voyons, maintenant, quel a été le progrès de la fabrication des automobiles depuis la première année où le ministère des Finances a fait un relevé spécial :

ANNEES	VOITURES AUTOMOBILES		TOTAL DES AUTOMOBILES
	A PLUS DE 2 PLACES	A 1 ET A 2 PLACES	
1899	818	620	1 438
1900	1 399	935	2 334
1901	2 884	2 402	5 286
1902	8 000	3 000	11 000
1903	14 340	5 546	19 886

Comme il ressort du tableau qui précède, le nombre des voitures automobiles recensées par l'Administration des Contributions directes, qui était de 1 438, lors du premier recensement en 1899, a plus que décuplé en cinq années. Le nombre des voitures à plus de deux places, qui était de 818, est de 14 340 : il est donc devenu dix-huit fois plus considérable; pendant le même laps de temps, celui des voitures automobiles à une ou deux places est devenu neuf fois plus grand. L'accroissement énorme a donc été général, mais celui des voitures ayant trois, quatre, cinq et six places a été deux fois plus fort que celui des petites voitures.

C'est là un point sur lequel il convient d'insister, car il indique que la fabrication des grandes voitures automobiles se développe deux fois plus vite que celle des voitures légères. Il est d'ailleurs à remarquer que la construction des motocyclettes, auxquelles les personnes compétentes prédisaient (1) une disparition prochaine, a pris au contraire un développement des plus inattendus. Les progrès des petits moteurs appliqués au vélo, tendent, d'ailleurs, à faire préférer, par les bourses moyennes, la motocyclette, qui est d'un prix bien plus abordable, à l'automobile à une et à deux places.

Ceci étant dit, voici comment se répartissent en France, par département, les voitures automobiles recensées par l'Administration des Contributions directes, et figurant dans les rôles primitifs et supplémentaires de l'année 1903. Ces voitures ayant été distinguées en automobiles à plus de deux places et en automobiles à une et deux places, il est intéressant d'en constater la variation respective dans chacun des départements.

C'est ainsi que l'on compte plus de petites automobiles à une et à deux places dans le Gers; 42 de ces voitures contre 34 ayant trois places et au-dessus, dans le Jura, la Haute-Savoie; au contraire, on trouve une proportion beaucoup plus grande d'automobiles à trois places et au-dessus, dans l'Ain, les Bouches-du-Rhône, le Cher, l'Indre-et-Loire, le Loiret, le Maine-et-Loire, toute la Bretagne, tout le Nord de la France, depuis Orléans jusqu'à la frontière.

C'est d'ailleurs dans cette région que la richesse est la plus grande, la population la plus active et la plus aisée, et surtout que les efforts des maisons productrices sont le plus considérables.

Avant d'aller plus loin, il convient d'examiner comment se répartissent les maisons fabriquant l'automobile. Dans vingt-neuf départements, sans compter le département de la Seine, on en trouve qui possèdent des usines considérables, dont un certain nombre ont des succursales en province ou bien sont elles-mêmes des succursales de maisons de province. Pour ne pas sembler citer de préférence telle ou telle maison, nous nous bornerons à énumérer les départements qui construisent l'automobile (2), sans insister sur l'importance des maisons qu'ils renferment; cette importance, d'ailleurs, pourra ressortir de l'examen même des cartes qui vont suivre, car il est facile de dégager l'influence locale de telle ou telle importante maison dans son département et sa région voisine. Pour ne citer qu'un exemple, le

Doubs, qui produit en grand nombre, avec des marques bien connues, est une des parties de la France où l'automobilisme et le cyclisme sont le plus en honneur.

Il faut aussi constater que, dans le Doubs, on compte fort peu de chevaux; il y a donc là un double rapport de cause à effet.

Dans le tableau qui suit (page 168) et qui donne la répartition des automobiles par départements, on relève que la Seine compte 4 510 automobiles, soit près du quart des automobiles de toute la France; la Seine-et-Oise, 1 146; le Nord, 639; la Seine-Inférieure, 590; le Rhône, 509, soit deux de plus que les Bouches-du-Rhône, qui en compte 507. Or c'est dans ces départements que l'on trouve les plus grandes villes et le plus grand nombre de personnes riches. Au contraire, on trouve fort peu d'automobiles dans la Creuse, le Tarn-et-Garonne, les Hautes-Pyrénées, la Haute-Savoie (de 30 à 50 automobiles); dans les Hautes-Alpes, la Corrèze, la Haute-Loire (de 20 à 30 automobiles);

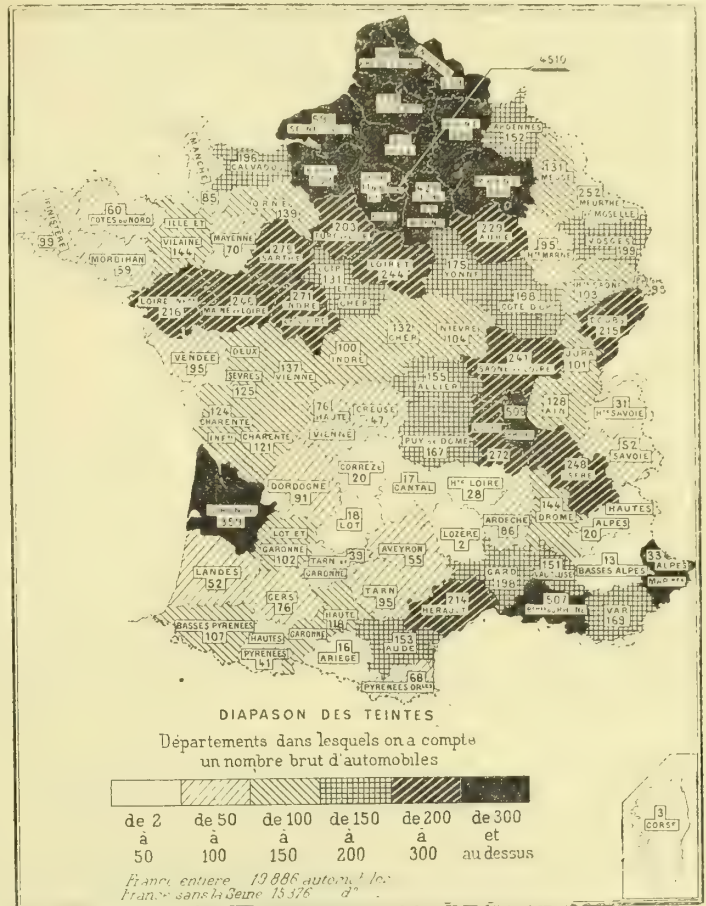


FIG. 1. — Répartition des automobiles en France.

dans les Basses-Alpes, l'Ariège, le Cantal, le Lot (10 à 20 automobiles); la Corse (3 automobiles) et la Lozère (2 automobiles); ce sont là des départements situés dans le Midi de la France, peu peuplés et peu fortunés.

Dans cette même région du Midi, nous trouvons, par contre, les Alpes-Maritimes avec 334 automobiles; les Bouches-du-Rhône avec 507 automobiles; la Gironde avec 359 automobiles, là où la richesse et la population sont élevées.

D'une manière générale, ces trois départements étant mis à part, comme le montre facilement la carte ci-dessus (fig. 1) les automobiles se trouvent (nombres absolus) en plus grand nombre dans le bassin de la Seine, dans le nord de la France, dans le Rhône, et dans les départements baignés par la Loire, du Loiret à la Loire-Inférieure.

Répartition des automobiles par rapport à la surface. — Nous avons pensé qu'il était utile de comparer le nombre de voitures automobiles à la superficie dans laquelle elles évoluent, et de faire abstraction de la densité de la population; nous avons considéré le nombre des automobiles recensées dans chaque département, et la superficie de cette même division territoriale; nous sommes ainsi arrivés à certaines constatations, non dénuées d'intérêt; ainsi par exemple, il y aurait, dans l'ensemble de la France, 37 automobiles pour 100 000 hectares, si elles avaient été réparties d'une façon uniforme sur tout le territoire, et 29 seulement, sur la même surface, si l'on faisait abstraction du département de la Seine, qui a en même temps une superficie très faible (47 950 hectares) et un très grand nombre d'automobiles soit 4 510, ce qui établit une moyenne tout à fait anormale de 9 automobiles pour moins de 100 hectares, ou 1 automobile pour 10 hectares. Par contre, il existe moins de 1 automobile pour 100 000 hectares dans certains départements comme la Corse, la Lozère,

(1) Voir le *Vélo*, du 23 mars 1901.

(2) Voici les départements qui fabriquent l'automobile :

Ain (Cerdon), Allier (Moulins et Montluçon), Bouches-du-Rhône (Marseille), Aude (Carcassonne et Narbonne), Côte-d'Or (Dijon), Dordogne (Bergerac), Doubs (Audincourt et Besançon), Cher (Vierzon), Haute-Garonne (Toulouse), Indre-et-Loire (Tours), Loire (Chambon-Feugerolles, Feurs, Rive-de-Gier, Roanne, Saint-Chamond, Saint-Etienne [trois maisons]), Haute-Loire (Le Puy), Loire-Inférieure (Nantes, Saint-Nazaire), Loiret (Orléans), Maine-et-Loire (Angers, Cholet), Meurthe-et-Moselle (Nancy, Lunéville, Pont-à-Mousson), Nièvre (Nevers), Nord (Lille, Roubaix), Puy-de-Dôme (Clermont-Ferrand, Thiers), Rhône (Lyon, Villefranche, territoire de Belfort [Chatenois], Haute-Saône (Gray, Sarthe (Le Mans), Seine-Inférieure (Le Havre, Fécamp), Seine-et-Marne (Montreuil), Seine-et-Oise (Étampes, Corbeil), Deux-Sèvres (Niort), Var (Éveshan), Yonne (Auxerre, Sens).

Répartition des automobiles : Proportion par rapport à la superficie et au nombre des vélocipèdes.

	POPULATION	SUPERFICIE en HECTARES	NOMBRE D'AUTOMOBILES	PROPORTION pour 100 000 HECTARES	NOMBRE DE VÉLOS POUR 1 AUTOMOBILE		POPULATION	SUPERFICIE en HECTARES	NOMBRE D'AUTOMOBILES	PROPORTION pour 100 000 HECTARES	NOMBRE DE VÉLOS POUR 1 AUTOMOBILE
Ain	350 416	582 560	128	22	74	Lozère	128 866	517 982	2	0,4	270
Aisne	535 583	742 835	300	40,4	61	Maine-et-Loire	514 658	721 803	246	34	75
Allier	422 024	738 183	153	21	56	Manche	491 372	641 168	85	13,3	73
Alpes-Basses	115 021	698 840	13	2	108	Marne	432 882	820 531	363	44	59
Alpes (Hautes)	109 510	564 311	20	3,5	58	Marne (Haute)	226 545	625 695	95	15,2	80
Alpes-Maritimes	293 213	373 626	334	89	22	Mayenne	313 103	521 223	70	13,4	82
Ardèche	353 564	555 607	86	15,5	34	Meurthe-et-Moselle	484 722	527 956	252	48	63
Ardennes	315 589	525 259	152	29	68	Meuse	283 480	624 057	131	21	76
Ariège	210 527	490 333	16	3,2	92	Morbihan	563 468	700 249	59	8,4	88
Aube	216 163	602 629	229	38	61	Nièvre	323 783	688 814	104	15,2	71
Aude	313 531	634 227	153	24,2	32	Nord	1 866 994	577 373	639	110	83
Aveyron	382 074	877 113	55	6,3	37	Oise	407 808	588 673	317	54	70
Bouches-du-Rhône	734 347	524 795	507	97	33	Orne	326 952	614 410	139	22,6	58
Calvados	410 178	569 261	196	34,5	56	Pas-de-Calais	955 391	675 156	323	48	68
Cantal	230 541	577 933	47	29,4	76	Puy-de-Dôme	544 194	801 613	167	20,8	29
Charente	350 305	597 175	121	20,2	69	Pyrénées-Basses	426 317	771 238	107	14	47
Charente-Inférieure	452 149	723 151	124	17,1	110	Pyrénées-Hautes	215 546	453 449	41	9	51
Cher	345 543	730 353	132	18,1	67	Pyrénées-Orientales	212 121	414 350	68	16,4	28
Corrèze	318 422	588 765	20	3,4	76	Territoire de Belfort	92 304	60 849	93	153	40
Corse	295 581	872 182	3	0,34	105	Rhône	843 479	285 934	509	178	49
Côte-d'Or	361 626	878 677	198	22,6	87	Rhône (Haute)	264 605	537 524	103	19,2	69
Côtes du Nord	603 319	721 764	69	8,3	95	Saône-et-Loire	620 360	862 711	211	28	66
Creuse	277 831	560 613	47	8,4	35	Sarthe	422 699	624 479	275	44	44
Dordogne	452 951	922 420	91	9,8	67	Savoie	254 781	618 794	52	8,4	66
Doubs	298 864	526 003	215	41	45	Savoie (Haute-)	263 803	459 801	31	6,8	141
Drôme	297 321	656 136	144	22	57	Seine	3 669 930	47 950	4 510	9 400	31
Eure	334 781	603 748	338	56	47	Seine-Inférieure	853 883	634 199	590	93	42
Eure-et-Loir	275 433	503 980	203	34	68	Seine-et-Marne	358 321	593 107	429	72,5	57
Finistère	773 014	702 947	99	14,1	67	Seine-et-Oise	707 325	563 894	1 146	202	41
Gard	420 836	588 065	198	33,5	46	Sèvres-Deux-	312 474	605 434	125	20,6	41
Garonne (Haute-)	448 481	636 699	118	18,6	79	Somme	537 848	627 712	330	52,5	50
Gers	238 448	629 058	76	12,1	42	Tarn	332 093	578 044	95	16,4	44
Gironde	821 131	1 072 560	359	33,6	72	Tarn-et-Garonne	495 669	573 056	39	10,3	94
Hérault	489 421	622 427	214	34,4	36	Var	326 949	602 339	169	28	41
Ile-et-Vilaine	613 167	699 214	444	20,6	75	Vaucluse	236 384	357 816	151	42	53
Indre	288 788	690 644	400	11,5	43	Vendée	441 311	701 553	95	13,6	53
Indre-et-Loire	335 541	615 847	271	44	58	Vienne	336 343	704 414	137	19,5	46
Isère	568 693	823 658	248	30	50	Vienne (Haute-)	381 753	555 523	76	13,7	42
Jura	261 288	505 525	101	20	69	Vosges	421 104	590 303	199	33,8	63
Landes	291 586	936 404	52	5,5	61	Yonne	321 062	746 064	175	23,4	76
Loir-et-Cher	275 538	612 186	191	29,6	53						
Loire	647 633	479 931	272	56,5	34	France TOTAL	38 961 945	53 616 374	19 886	37	56
Loire (Haute-)	314 058	500 139	28	5,6	57						
Loire-Inférieure	664 971	697 997	216	31	67	Paris	2 714 068	7 409	»	»	»
Lot	366 660	681 188	214	36	79	Seine sans Paris	955 862	40 841	»	»	»
Lot-et-Garonne	226 720	522 613	18	3,5	110						
	278 710	578 476	102	19	84	TOTAL sans la Seine	35 292 015	53 598 424	15 376	28,8	57

A cet égard, le tableau ci-dessus sera intéressant au point de vue de la distribution géographique des voitures automobiles. D'après l'état précédent et le classement qui en résulte, on peut facilement remarquer que les départements forment plusieurs groupes bien caractérisés.

Dans la partie dont les coefficients sont inférieurs à la moyenne générale (moyenne de la France sans la Seine, car le grand nombre d'automobiles de ce département, comparé à sa petite superficie, contribuerait à prêter à l'ensemble de la France une moyenne trompeuse), on distingue deux groupes bien caractérisés. L'un compte une voiture automobile et même moins pour deux départements, (Lozère et Corse) à 10 pour 100 000 hectares (Tarn-et-Garonne) comprend 18 départements, tous placés dans le Midi, vers le Massif Central et dans des régions montagneuses, Alpes et Pyrénées, sauf 2, situés en Bretagne : Morbihan et Côtes-du-Nord; le second groupe, comptant 32 départements, s'étend dans le Midi, l'Ouest, le Centre et le Sud-Ouest.

Au-dessus de la moyenne, soit plus de 28 automobiles pour 100 000 hectares, on peut former également deux groupes, l'un comprenant

28 départements, possédant de 30 à 60 automobiles, et l'autre comprenant 10 départements ayant de 72 à 202 automobiles pour 100 000 hectares en y joignant la Seine. C'est d'ailleurs dans les départements voisins de Paris : Seine-et-Marne, Seine-et-Oise, et dans ceux qui possèdent des grandes villes : Alpes-Maritimes, Bouches-du-Rhône, Seine-Inférieure, Nord, Rhône, territoire de Belfort, que l'on rencontre le plus de voitures automobiles.

Nombre des automobiles par rapport à la population. — Si nous considérons maintenant la proportion des voitures automobiles par rapport à la densité de population, nous trouverons des changements très marqués dans l'ordre de classement, si la Corse et la Lozère continuent à se retrouver au dernier rang, par contre, la Seine a perdu son premier rang, lequel est occupé par la Seine-et-Oise. Ceci se comprendra facilement si l'on réfléchit que beaucoup de personnes aisées désirent profiter, pour leur habitation personnelle, du bon air de la campagne, tout en allant facilement, grâce à leurs automobiles, vaquer à leurs affaires dans Paris; peut-être aussi l'automobile dans ces conditions, donne-t-elle l'avantage d'un loyer et de contributions moins élevés, d'une moins grande cherté des vivres.

Sous ce rapport, d'ailleurs, l'automobile, plus encore que le vélocipède, contribue à augmenter la population de la grande banlieue de Paris, à donner de l'air dans les quartiers du centre de la capitale, et à faire bénéficier d'une atmosphère moins surchargée un nombre de Parisiens de plus en plus grand.

La proportion des automobiles varie de 1 à plus de 100, pour un même nombre d'habitants. Dans cinq départements, la proportion pour 100 000 habitants dépasse 100 : ce sont : l'Eure, le territoire de Belfort, les Alpes-Maritimes, la Seine-et-Marne, la Seine, et enfin la Seine-et-Oise, où l'on compte 162 automobiles pour 100 000 habitants. Une carte que nous publierons dans un prochain numéro indique la répartition géographique par zones d'égale fréquence de machines et fait ressortir l'affluence des automobiles par rapport à la population, dans une région allant de l'Aube à l'Eure, de l'Indre-et-Loire à la Somme. Elle montre que, dans le centre de cette vaste région, quatre départements se suivent encore mieux partagés : la Seine-et-Marne, la Seine, la Seine-et-Oise et l'Eure.

Dans le reste de la France, se distinguent également trois régions d'étendues diverses, qui possèdent beaucoup d'automobiles : ce sont d'abord la Provence et les Alpes-Maritimes. Nous avons eu l'occasion de faire remarquer que, à Nice, à Grasse, à Menton, etc., en un mot, le long de la Côte d'Azur, circulent un très grand nombre d'automobiles.

Les deux autres régions sont : à Lyon et autour de Lyon, puis dans le Doubs (72 automobiles par 100 000 habitants) et à Belfort où l'automobile est encore plus en faveur (101 pour 100 000 habitants). Par contre, les Alpes, depuis la Haute-Savoie jusqu'aux Basses-Alpes, les Pyrénées, surtout dans l'Ariège, qui ne compte que 7 automobiles par 100 000 habitants, la Bretagne, qui n'en compte guère plus (Morbihan et Côtes-du-Nord, 10 automobiles pour 100 000 habitants, Finistère, 12 pour 100 000 habitants), sont des régions où circulent relativement peu d'automobiles ; mais c'est surtout dans les six départements du Massif Central que l'on en compte le moins : la pauvreté des populations est pour beaucoup dans le peu de succès de l'automobilisme dans cette région : Aveyron, 14 automobiles pour 100 000 habitants ; Haute-Loire, 9 pour 100 000 habitants ; Lot, 8 pour 100 000 habitants, Cantal, 7 pour 100 000 habitants ; Corrèze, 6 pour 100 000 habitants, et enfin Lozère, 4,6 pour 100 000 habitants. En Corse, nous comptons 3 automobiles dont l'une fait le service de voiture publique de Bastia à Brando, le long de la mer, ce qui fait juste 1 automobile pour 100 000 habitants.

En examinant la carte ci-dessus (fig. 1), on peut constater que l'automobilisme a encore beaucoup de régions à conquérir en France ; il y aura encore des jours prospères pour les constructeurs, si ceux-ci savent diriger, améliorer leur fabrication et abaisser leurs prix. D'une manière générale, il y a plus de la moitié de la France restant encore à conquérir ; il convient toutefois de tenir compte de l'état de richesse ou de pauvreté des différentes régions, et aussi, dans un autre ordre d'idées, de l'importance plus ou moins grande de la population chevaline. C'est en effet dans les régions qui produisent des chevaux, comme on le verra plus loin, que l'automobile, et même la bicyclette ont le plus de peine à s'introduire, tandis que dans les pays, comme par exemple l'Est de la France, des Vosges aux Alpes, qui en possèdent peu, les voitures automobiles et les bicyclettes font des progrès extrêmement rapides. Avant d'envisager cette question, nous allons nous occuper d'abord de la manière dont s'est créée et répandue l'industrie si prospère du vélocipède.

(A suivre.)

V. TURQUAN.

PHYSIQUE INDUSTRIELLE

EXPLOSION D'UNE CHAUDIÈRE DE LOCOMOTIVE

à la gare Saint-Lazare, à Paris.

Lundi dernier 4 juillet, un grave et curieux accident s'est produit aux abords immédiats de la gare Saint-Lazare. Grâce à un concours de circonstances extraordinaire, cet accident n'a heureusement produit que d'importants dégâts matériels et n'a blessé, peu grièvement d'ailleurs, qu'un petit nombre de personnes.

Pendant l'heure de repas du chauffeur et du mécanicien, exacte-

être admise c'est que, une fissure s'étant produite dans le ciel du foyer de la chaudière, il y a eu par cette fissure injection d'eau chaude dans le foyer, vaporisation instantanée de cette eau au contact du combustible et production dans le foyer fermé d'une pression considérable, sous l'influence de laquelle la chaudière a été arrachée du châssis. A la suite de la première fuite, il y aurait eu dépression momentanée dans la chaudière, vaporisation tumultueuse de l'eau qui y restait, soit environ 5 000 litres, et explosion de la chaudière elle-même sous l'effet de l'augmentation de pression résultante. Le double phénomène de décompression, suivi immédiatement de recompression, aurait eu pour résultats la projection en l'air de la chaudière et son explosion consécutive, alors qu'elle était déjà séparée du châssis. On expliquerait



FIG. 1. — Vue de la locomotive, de son tender et du bâtiment des Messageries.

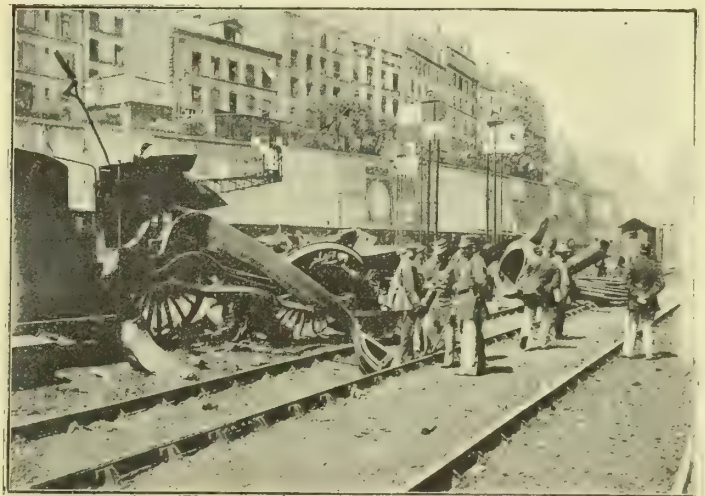


FIG. 2. — La locomotive et son faisceau tubulaire (vue prise du pied du bâtiment des Messageries).

ment à 10 h. 50 m. du matin, la chaudière de la machine de grande vitesse n° 626, a fait explosion. La machine était en repos et réserve sur une voie de garage, devant le bâtiment des Messageries de la Compagnie de l'Ouest, entre le pont de l'Europe et le tunnel des Batignolles. Sans vouloir entrer dans des recherches confiées aux experts (1), nous enregistrons principalement ici les effets mécaniques et dynamiques de l'explosion que nous avons pu constater immédiatement après l'accident.

Tout d'abord, l'avis unanime de ceux qui ont été appelés à examiner les débris de la machine et les effets de l'explosion est que toute idée de malveillance doit être écartée. Une explication qui semble pouvoir

ainsi deux faits : d'abord les deux explosions successives entendues par les témoins, la première sourde, immédiatement suivie d'une seconde plus bruyante ; ensuite la projection à de grandes distances de pièces normalement placées au-dessous du châssis, alors que le tender est resté absolument intact (fig. 1).

La machine n° 626, locomotive dite *banale*, c'est-à-dire sans mécanicien titulaire, changeait fréquemment d'affectation et de dépôt ; elle était par suite soumise à de fréquentes inspections et avait été visitée à fond trois semaines avant l'accident. Venue le matin du dépôt de Mantes, elle devait dans l'après-midi retourner à celui de Caen.

Les soupapes de sûreté, fonctionnant chaque jour, étaient en excellent état et les débris retrouvés ont permis de vérifier qu'elles n'avaient pas été calées.

L'examen de la position des pièces projetées et de la partie restante

(1) L'enquête technique a été confiée, par le juge d'instruction, à M. S. PÉRISSÉ, Ingénieur des Arts et Manufactures, et à M. DEBIRE, Architecte.

cuivre rouge avec ses entretoises arrachées et tordues, porte encore adhérente une partie de l'enveloppe extérieure en acier. C'est une des faces latérales du foyer (fig. 9);

Le troisième, lancé presque verticalement, est retombé au premier étage du bâtiment des Messageries après avoir défoncé le toit. C'est une portion du ciel de foyer, avec ses entretoises adhérentes, sa position est indiquée au point H (fig. 4);

Les deux derniers sont les fragments de la façade et de la partie supérieure gauche de la chambre de vapeur.



FIG. 7. — Faisceau tubulaire et boîte à fumée qui ont fait un panache complet.

Ces deux pièces d'acier (fig. 10) ont été projetées presque verticalement aussi et, passant par-dessus le bâtiment des Messageries tout entier, sont venues toutes deux s'abattre dans la rue de Berne (point M, fig. 3). Le morceau de façade avec un peu de la paroi droite de la boîte à feu est retombé sur le trottoir, qu'il a défoncé, presque devant la porte du n° 4.

La face latérale gauche de l'enveloppe de boîte à feu avec la por-



FIG. 8. — Morceau d'enveloppe de chaudière (partie inférieure du corps cylindrique) projeté en arrière du tender intact.

tion de ciel portant la prise de vapeur est tombée d'abord sur la corniche du balcon du cinquième étage de la maison n° 6, rue de Berne (point M, fig. 3), a écorné cette corniche et a éventré le mur de la maison entre deux fenêtres du quatrième étage, pour rebondir ensuite sur la chaussée au milieu d'une pluie de débris. L'examen de la maison éventrée montre bien qu'il s'agit, non d'une projection latérale, mais de la chute de pièces projetées à une hauteur considérable et retombant ensuite de haut en bas.

Les effets pneumatiques ont été principalement localisés sur la gauche de la locomotive. Presque toutes les vitres des maisons de la rue de Rome, côté pairs, entre le boulevard des Batignolles et le pont de l'Europe, sont brisées et rejetées à l'intérieur. Les devantures en glace de presque toutes les boutiques de ces mêmes maisons ont éclaté en miettes du dedans ou du dehors; des cloisons intérieures ont été



FIG. 9. — Morceau du foyer en cuivre projeté sur une pile du pont de l'Europe et retombé dans l'entrevoie.

déplacées de 10 centimètres et tous les objets pendus aux murs ont été jetés à terre.

Les vitres du bâtiment des Messageries de la gare, beaucoup plus près du lieu de l'explosion, ont relativement moins souffert, à part celles du vitrage qui est immédiatement en dessus de la partie de poutre défoncée, et dont le bris peut être attribué au choc plus qu'à l'effet de mouvement de l'air.



FIG. 10. — Pièces du foyer de la chaudière projetées rue de Berne, avec la bielle du régulateur.

Quelques effets isolés et assez singuliers se sont produits, par suite probablement de réflexions d'ondes pneumatiques sur des murs solides et de formation de courants de poussée d'air dans les rues rayonnant autour du point d'explosion. C'est ainsi que, rue de Moscou, au coin du boulevard des Batignolles, une devanture de miroitier a été mise en miettes, au milieu d'autres vitrages restés intacts.

Place Clichy, il y a eu rupture d'une glace de devanture en haut de la rue de Saint-Petersbourg, qui part du pont de l'Europe. Au

37, rue de Rome, au milieu de boutiques restées intactes, la glace de la devanture d'une maison de sculptures sur bois a été brisée et projetée dans le magasin.

Si l'on rapproche le groupement général des deux effets produits par les deux causes ci-dessus, il semble que le point d'origine de l'explosion est la partie inférieure gauche du foyer de la locomotive, qui a produit en haut et à droite les projections de matières, et à gauche les projections de la vapeur d'eau qui a créé une trombe d'air à laquelle sont dus les dégâts causés aux immeubles de la rue de Rome.

Les accidents du genre de celui qui vient de se produire à la gare Saint-Lazare sont extrêmement rares. Néanmoins, on peut citer quelques explosions de locomotives ayant eu lieu dans des conditions assez analogues. Nous nous bornerons à rappeler l'explosion d'une locomotive (en 1861) en gare de Laybach (Chemins de fer du Sud de l'Autriche) dans laquelle la chaudière arrachée du châssis s'est enlevée par-dessus les fils télégraphiques, est allée tomber à 158 mètres de distance, puis a rebondi par-dessus une maison de garde et est retombée encore à 18 mètres plus loin.

Parmi les explosions de locomotives déjà signalées dans le *Génie Civil* nous nous bornerons à rappeler celle qui s'est produite en 1896, au Pérou, également en pleine gare; il n'y a eu que trois ou quatre personnes blessées, mais les dégâts occasionnés dans les maisons environnantes ont été très considérables et la commotion a été, dit-on, ressentie à une distance de 4 kilomètres.

P. BARDY,
Ingénieur des Arts et Manufactures.

VARIÉTÉS

L'éclairage public à l'acétylène, en Allemagne.

On sait que l'éclairage public au moyen de l'acétylène n'a guère pris d'extension qu'aux États-Unis, en Allemagne et en France. Les renseignements suivants, empruntés à l'*Engineer*, montrent l'état actuel de cette industrie en Allemagne.

Les statistiques se rapportent aux quarante-six localités dont les municipalités avaient créé un service public d'éclairage à l'acétylène au moment où elles ont été dressées (1902); il y avait cependant pour l'Allemagne, à la fin de 1903, huit installations qui ne figurent pas dans ces statistiques :

TABLEAU I

	MOYENNE	MAXIMUM	MINIMUM
Population	2 358	6 732	473
Nombre d'immeubles	302	1 105	15
Immeubles desservis	53,7	139	9
Longueur des canalisations kilom.	4,7	11,9	0,6
Nombre de brûleurs particuliers	436	2 500	125
— publics	56,4	203	0
Prix par mètre cube francs	2,32	2,95	1,45
Consommation en novembre 1902 . . mètres cubes	539	1 226	116

Les prix moyens de l'acétylène, en France, seraient de 3 fr. 23 le mètre cube, pour les particuliers, et 2 fr. 89 pour les services publics; ils sont beaucoup plus élevés qu'en Allemagne (voir tableau I) et qu'aux États-Unis; il est à remarquer, cependant, que les localités employant l'acétylène en France, étant plus compactes qu'en Allemagne, celles-ci sont dans une situation moins avantageuse, en ce qui concerne les frais de premier établissement et d'exploitation.

TABLEAU II

	ALLEMAGNE	FRANCE
Nombre d'habitants par brûleur	5,6	5,3
— consommateur	47,6	35
— brûleur public	45,7	38,4
— kilomètre de canalisation	344	745
Consommateurs par	11,4	11,8
Brûleurs privés par	96,8	137,8
Brûleurs publics par	12	19,9
Immeubles par consommateur	5,6	"
Brûleurs publics par immeuble alimenté	8,3	"

D'une façon générale on peut dire, qu'en Allemagne, la consommation d'acétylène, par habitant, ou par consommateur, varie en raison

inverse du prix du gaz; il y a cependant des exceptions. Actuellement, la plus forte consommation est celle de Strelitz, dans le Meklembourg; le prix y est de 2 fr. 30 le mètre cube, alors que le prix minimum est de 1 fr. 45 (tableau I). En ce qui concerne les chiffres de la population, les villes allemandes se partagent comme suit : 2 ont plus de 6 000 habitants; 6, plus de 4 000; 20, plus de 2 000, et 7 seulement en ont moins de 1 000. La ville la plus peuplée, qui soit éclairée à l'acétylène en France, serait Nyons, dans la Drôme, avec 3 600 habitants; aux États-Unis, ce serait Canandaigua, avec 9 000, et, dans le monde entier, ce serait Veszprem, en Hongrie, avec 15 000; son installation n'est d'ailleurs pas achevée.

Une installation importante, en Allemagne, est celle d'Héligoland. L'île possède 2 307 habitants qui y vivent d'une façon permanente, et on y compte 534 immeubles; mais étant une station balnéaire importante, elle reçoit jusqu'à 20 000 touristes en été. L'éclairage à l'acétylène a commencé en mai 1903; actuellement, les canalisations y ont un développement de plus de 5 kilom.; pendant l'été dernier, 64 immeubles étaient déjà éclairés, avec 900 lampes, et il y avait 92 lampes pour l'éclairage public; le prix du gaz a été de 3 fr. 05 le mètre cube, de juin à septembre; il s'est abaissé à 2 fr. 50, d'octobre à mai dernier.

D'une façon générale, les installations allemandes laissent peu à désirer au point de vue technique; toutes, cependant, n'ont pas donné de beaux résultats financiers, notamment les premières en date, pour lesquelles les capitaux engagés étaient beaucoup trop élevés; les installations actuelles, faites par des grandes sociétés qui y ont acquis une grande expérience, non seulement couvrent les frais de l'entreprise, mais laissent encore de petits dividendes à leurs actionnaires, même pour les très petites installations. C'est le cas, par exemple, de la petite ville de Wertingen, en Bavière, qui compte moins de 1 000 habitants. La municipalité, à qui appartient l'installation, ayant pu retirer, dès la première année, un dividende de 4,5 %, en profita pour abaisser à 1 fr. 10 le prix du mètre cube de gaz servant à l'éclairage public; le dividende a été réduit à 2 %; le gaz est vendu 2 fr. 50 aux consommateurs.

En Angleterre, une seule installation laisserait quelque profit, elle livre le gaz à 2 fr. 70.

En 1902, il y avait environ 250 services publics d'éclairage à l'acétylène dans le monde : 100 aux États-Unis, 50 en France, autant en Allemagne; les 50 autres se répartissent en Autriche, Angleterre, Suisse et Norvège.

Automotrices à vapeur des chemins de fer autrichiens.

Bien que l'emploi des automotrices sur les chemins de fer proprement dits soit moins développé en Autriche que dans quelques autres pays (1), on peut citer neuf lignes sur lesquelles circulent des automotrices, presque toutes à vapeur. Nous empruntons à la *Zeitschrift des Oesterr. Ingenieur-Vereines* le tableau suivant qui en donne la liste :

RÉSEAUX	LIGNES	LONGUEUR	VOIE	NOMBRE d'automotrices	SYSTÈME
		km			
État (Staatsbahnen).	Libochowitz-Laun	21	Normale.	1	Serpellet.
	Weseli-Ober Cerckve	64	»	1	Daimler.
	Welser Lokalbahn	64	»	1	Komarek.
	Spalato-Sinj	58	Étroite.	1	»
Basse-Autriche (Niederösterreichische Landesbahnen).	Gänserndorf-Gaunersdorf	22	Normale.	2	»
	Pielachthalbahn	50	Étroite.	3	»
	Waldviertelbahn	82	»	3	»
Lignes locales (Lokalbahnen).	Oderberg	3	»	2	»
	Hruschau-Polnisch Ostrau	5	»	2	de Dion.

Les voitures construites par les ateliers Komarek, à Vienne, sont montées sur deux essieux; l'essieu moteur, qui supporte le mécanisme et la chaudière, est chargé de 14 tonnes; l'autre de 11¹/₂. La caisse a 10 mètres de longueur : à l'avant est la cabine du mécanicien, puis un fourgon, et enfin un compartiment pour trente-cinq voyageurs.

La chaudière verticale, à tubes d'eau, dont les rangées extérieures forment les parois du foyer, est pourvue d'un surchauffeur de 20 mètres carrés. La surface de chauffe totale atteint 60 mètres carrés; la grille a 1 mètre carré. Le moteur compound, de 130 chevaux, reçoit la vapeur à la pression de 15 kilogr., et peut imprimer à la voiture une vitesse de 60 kilom. Les roues motrices ont 1^m 05 de diamètre.

Les voitures du système de Dion, mentionnées dans le tableau, ont été construites à Budapest, par les ateliers Ganz.

(1) Voir le *Génie Civil*, t. XLIV, n° 23, p. 357.

Tachymètre électromagnétique.

Le tachymètre représenté par la figure 1, et dont nous trouvons la description dans l'*American Machinist*, est destiné à la mesure des vitesses linéaires, et plus spécialement des vitesses de coupe des machines-outils.

Il est basé sur le principe du disque d'Arago, et la figure 2 en montre la construction intérieure. Un disque T, garni de caoutchouc et qu'on appuie sur la pièce dont on veut mesurer la vitesse, transmet, par l'intermédiaire d'un arbre *a*, le mouvement à un aimant permanent annulaire A. La boîte G qui contient le mécanisme est divisée en deux compartiments par un diaphragme fixe C. L'un des compartiments renferme l'aimant dont nous venons de parler; l'autre contient le disque mobile D, monté sur le pivotage M, et une armature de fer E qui renferme le champ magnétique. S est un spiral antagoniste.

Lorsque l'aimant A tourne, le disque D est entraîné sous l'action des courants de Foucault, et le couple étant proportionnel à la vitesse, le déplacement angulaire du disque se trouve lui être également proportionnel. L'appareil peut donc être gradué en divisions égales. Ces divisions sont tracées sur les bords mêmes du disque, relevées à cet effet de façon à former une surface cylindrique. Elles sont visibles par une fenêtre pratiquée dans l'enveloppe G.

Le diaphragme C a pour effet de mettre l'appareil à l'abri des inexactitudes pouvant résulter de l'entraînement de l'air par l'aimant A.

L'appareil étant équilibré, peut s'employer dans toutes les positions. Une poignée P permet d'appliquer le disque T sur la pièce

dont on veut mesurer la vitesse. La permanence de l'aimant est assurée dans la mesure du possible par un vieillissement artificiel;

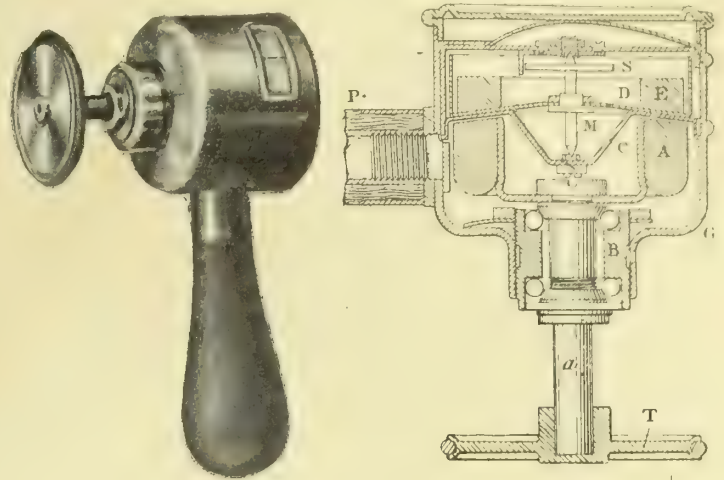


FIG. 1 et 2. — Vue d'ensemble et coupe du tachymètre.

néanmoins, le réglage de l'appareil peut être, au besoin, rectifié en déplaçant l'ensemble de la boîte à billes B sur laquelle se trouve monté l'axe *a*, ce déplacement ayant pour effet de faire varier l'entrefer.

Chargeuse à commande électrique, pour les aciéries.

La machine à charger et à manutentionner les lingots dans les usines métallurgiques, que représente la figure ci-dessous, est entièrement commandée au moyen de moteurs électriques auxquels le courant est amené par des fils aériens et par un double ou triple chariot monté sur une potence. Ces moteurs peuvent être de tel type qui convient au courant dont on dispose, continu, alternatif ou triphasé.

L'appareil tout entier peut circuler sur une large voie ferrée; au moyen de quatre roues dont les essieux sont actionnés par deux moteurs, le châssis inférieur C, supporté par ces roues, constitue, en outre, une plaque tournante, dans laquelle le châssis supérieur, monté sur une série de galets, peut prendre une orientation quelconque. Une couronne dentée, en forme de cylindre, sur laquelle engrenent le pignon d'un moteur fixé au châssis supérieur, permet de réaliser et d'arrêter au point voulu le mouvement de rotation. Ce moteur M commande, par vis tangente, une roue horizontale R, sur l'axe de laquelle est calé, à la partie inférieure, le pignon précité.

Le châssis supérieur est formé, outre les couronnes de roulement et les poutrelles secondaires qui portent les moteurs, controllers, etc., de deux poutres de grande hauteur *p*, dont l'extrémité antérieure est apparente sur la figure, et qui soutiennent l'appareil de chargement proprement dit.

Deux crémaillères horizontales, sur lesquelles engrenent des roues dentées, sont fixées aux semelles supérieures, et assurent le mouvement d'avancement ou de recul de la tige. Celle-ci, est montée à l'extrémité d'un châssis en fer D, articulé par des bielles au support du balancier B. Deux autres bielles *b*, dont les manivelles sont actionnées par un moteur N monté sur le balancier lui-même, provoquent le bascule-

ment du balancier, et par suite du châssis D et de la tige, dans un sens ou dans l'autre.

Le lingot est serré par ses extrémités entre deux mâchoires, l'une fixe qui fait corps avec l'extrémité en forme de bec de la tige principale T, l'autre mobile et montée au bout d'une tige secondaire inférieure *t*, dont le mouvement pour le serrage ou le desserrage est produit par la rotation d'un écrou fixe dans lequel s'engage la queue fileté de la tige *t*. Cet écrou est lui-même commandé par un moteur spécial.

L'équilibrage du balancier sous l'action des pièces fixes, du moteur N et de ses accessoires d'une part, du bloc de métal d'autre part, est étudié de manière que la puissance dépensée dans les mouvements

de basculement soit aussi faible que possible.

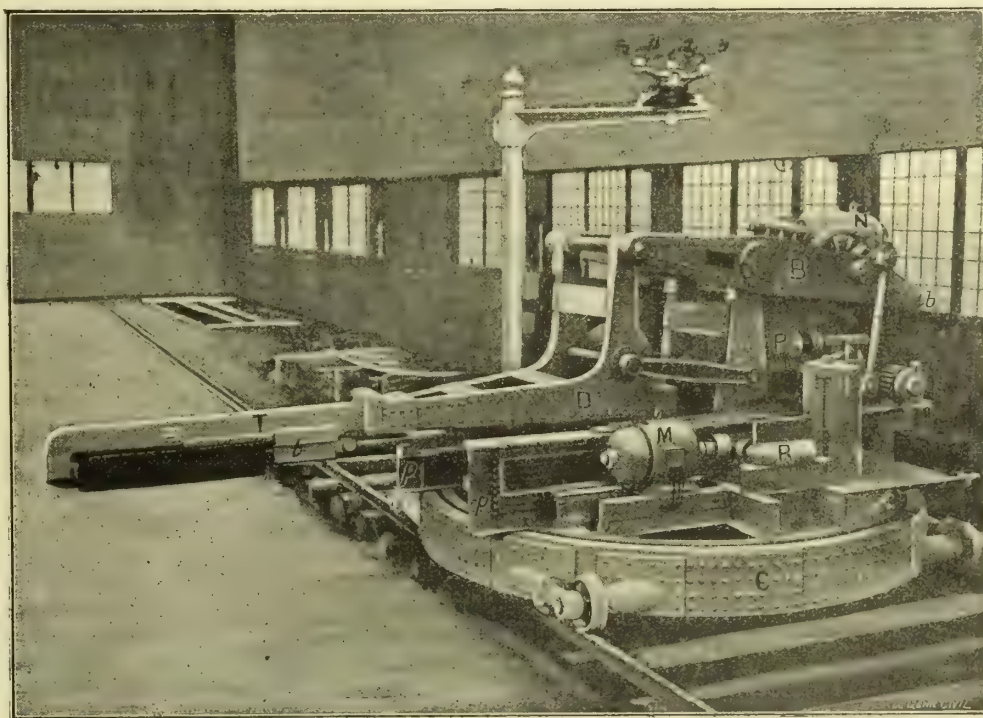
Le moteur P commande la propulsion en avant et en arrière, le long des crémaillères horizontales.

Tous ces moteurs doivent être protégés contre les surcharges par des fusibles et des disjoncteurs largement distribués. Chacun d'eux n'actionne sa transmission que par l'intermédiaire d'un frein électromagnétique opérant le freinage de cette transmission en même temps que le courant du moteur est coupé. Inversement, le frein est desserré quand le moteur reçoit à nouveau le courant.

Les vis tangentes sont en acier, et les roues qui engrenent

avec elles, en bronze phosphoreux; l'ensemble, enfermé dans un carter, baigne dans le lubrifiant. Les autres engrenages sont en acier fondu, les axes sont en acier.

Cette machine, décrite par le *Stahl und Eisen*, ne nécessite qu'un seul mécanicien qui, installé sur le chariot, observe toutes les phases de la manœuvre, et peut en réaliser plusieurs à la fois; elle travaille beaucoup plus qu'une équipe d'ouvriers, tout en réduisant la durée de l'ouverture des fours; elle est d'un encombrement relativement faible, n'exige pas de supports ou de fondations coûteuses, et manutentionne des lingots de longueur et de largeur très variables.



Vue d'ensemble de la machine électrique à charger.

SOCIÉTÉS SAVANTES ET INDUSTRIELLES

Académie des Sciences.

Séance du 27 juin 1901.

Aéronautique. — *Sur une nouvelle hélice aérienne.* Note de MM. H. HERVÉ et H. DE LA VAULX, présentée par M. Maurice Lévy.

Les expériences du ballon maritime le *Méditerranéen* n'ont porté jusqu'ici que sur l'emploi d'appareils utilisant, pour la stabilité verticale, le plan d'équilibre de la surface de la mer et, pour la dirigeabilité relative ou déviation, la puissance du vent et la réaction de l'eau sur des organes appropriés. Les résultats obtenus permirent de passer à l'étude d'engins actifs réalisant l'équilibre sans exiger de contact avec la surface liquide, et communiquant à l'aérostat une vitesse propre capable de le soustraire aux calmes, de produire une déviation à toute altitude et de contribuer indirectement à la stabilité verticale indépendante en déterminant, au moyen du vent relatif créé par la vitesse, l'équilibre thermique entre l'air ambiant et le gaz de l'aérostat.

Ces conditions ont conduit à l'établissement d'hélices d'un type nouveau dont les auteurs donnent les principales caractéristiques avec les résultats qu'elles ont donnés aux essais.

La construction adoptée pour ces hélices aériennes montre qu'elles peuvent être établies en métal, tout en étant à la fois légères, indéformables et de grand diamètre.

Chimie. — *Recherches sur le cyanogène: solubilité, et polymérisation; sa réaction à l'égard du cyanure de potassium*, par M. BERTHELOT.

Que le cyanogène soit considéré comme un radical composé ou comme un nitrile, dans les deux cas, il se comporte comme un corps incomplet, non saturé, apte à se combiner par addition soit avec d'autres corps soit avec lui-même, et à fixer les éléments de l'eau, de l'alcool, de divers sels, etc., en formant des composés où le carbone est de plus en plus condensé.

La solubilité des gaz dans les dissolvants est régie par des lois bien connues, qui la ramènent soit à des conditions purement physiques (pression, température, coefficient de solubilité); soit à ces conditions jointes à celles des combinaisons définies entre le gaz et le dissolvant, les unes stables à la température ordinaire, les autres plus ou moins facilement dissociables par l'effet des variations de pression et de température.

Les premières expériences de l'auteur ont trait à la dissolution du cyanogène dans les divers solvants; elles ont été exécutées avec le mercure sans le contact de l'air. Le mercure n'a pas été attaqué.

Elles ont montré: qu'avec le chloroforme, la benzine et même le térébenthène, on se rapproche des lois normales d'une solubilité physique, tandis qu'avec l'eau et l'alcool on a affaire à une polymérisation qui détruit à mesure plus ou moins vite le corps dissous.

On retrouve des effets analogues et mieux caractérisés en présence du cyanure de potassium; plusieurs molécules de cyanogène s'associent à une molécule de cyanure de potassium, de façon à constituer des sels complexes.

L'un des principaux caractères de tous ces phénomènes résulte de leur mécanisme thermo-chimique; en effet, les systèmes moléculaires envisagés se modifient en vertu de leurs énergies internes, lesquelles fournissent les ressources nécessaires pour accomplir les travaux chimiques de leurs métamorphoses.

Chimie générale. — *Sur la distillation d'un mélange de deux métaux.* Note de MM. Henri MOISSAN et O'FARRELLY.

L'emploi facile du four électrique dans le laboratoire a permis à M. Moissan, grâce à la constance que fournit le point d'ébullition d'un métal, de régler une très haute température dans différentes préparations.

Les auteurs ont pensé à appliquer cette méthode à l'étude de la distillation de deux métaux dont les points d'ébullition sont assez différents. Pour simplifier les premières expériences, ils ont choisi des métaux qui ne fournissent pas de carbures à la température du four électrique tels que le cuivre, le zinc, le cadmium, le plomb et l'étain.

Dans ces expériences sur l'ébullition des métaux, on rencontre des exemples qui correspondent aux trois types de la distillation d'un mélange de deux

liquides. Le cuivre et le plomb se comportent, quand on les distille, comme un mélange de liquides partiellement miscibles, tel un mélange d'eau et d'éther. Au contraire, l'étain et le plomb se conduisent comme une dissolution d'eau et d'alcool. Quant au cuivre et à l'étain, ils ressemblent à une dissolution d'eau et d'acide formique, et il existe pour eux une température constante, bien que très élevée, à laquelle les deux corps possèdent la même tension de vapeur.

Les lois qui président au fractionnement de deux liquides par distillation s'appliquent donc à l'ébullition des métaux à très haute température.

Chimie végétale. — *Étude de la variation des matières minérales pendant la maturation des graines.* Note de M. G. ANDRÉ (1).

Les expériences qui ont porté surtout sur le lupin et le haricot ont montré que, à l'inverse de ce qui se passe dans les gousses, la proportion centésimale des matières salines contenues dans les graines diminue depuis le début jusqu'à la fin de la maturation; la matière organique des graines augmente donc plus vite que la matière minérale.

La quantité de chaux et de magnésie contenue dans 100 gousses sèches augmente progressivement d'abord, puis diminue vers la fin de la maturation. La chaux diminue du quart environ de la valeur qu'elle avait au moment de son maximum; la diminution de la magnésie est beaucoup plus forte. Dans les axes du pois, il y a augmentation de la chaux et de la magnésie jusqu'à la fin.

Dans les graines du pois, la chaux et la magnésie augmentent aussi d'une façon continue et la richesse en magnésie de ces graines est beaucoup plus considérable que leur richesse en chaux.

La potasse est le seul principe fixe qui augmente progressivement du début à la fin de la maturation, aussi bien dans les gousses ou axes que dans les graines. Dans les gousses, sa proportion centésimale augmente d'une façon continue, alors que dans les graines, elle décroît au contraire.

L'acide phosphorique augmente chez les gousses jusqu'à une certaine limite au delà de laquelle il diminue. Mais son émigration, si elle a lieu vers la graine, ne fournit à celle-ci qu'un faible apport. Cette émigration de l'acide phosphorique des gousses ressemble beaucoup à celle que l'on observe chez les feuilles en général, à mesure que celles-ci avancent en âge. Les axes et les graines du pois se conduisent de même que les gousses et les graines des légumineuses.

Chronographie. — *Sur la distribution de l'heure à distance, au moyen de la chronographie électrique sans fil.* Note de M. G. BIGOURDAN.

Plusieurs villes ont fait installer des appareils qui distribuent la même heure dans tous les quartiers. A Paris, par exemple, quinze horloges, reliées à l'Observatoire par des fils électriques, sont disséminées dans les divers arrondissements et donnent partout l'heure de notre premier méridien.

En raison même des circuits qu'il a été nécessaire d'établir, ce système est coûteux et d'un usage limité. Ces inconvénients peuvent être beaucoup atténués aujourd'hui par la télégraphie électrique sans fil, dont l'emploi permet de simplifier considérablement l'envoi de l'heure à distance. L'auteur a fait dans cette voie quelques essais qu'il fait connaître en présentant cette note.

Il fait ressortir en même temps les avantages d'une pareille distribution de l'heure, non seulement pour les usages de la vie courante mais aussi et surtout au point de vue scientifique et industriel.

Physique. — *Perfectionnements apportés au procédé photographique pour enregistrer l'action des rayons N sur une petite étincelle électrique et actions des forces magnétique et électrique sur l'émission pesante; entraînement de cette émission par l'air en mouvement.* Notes de M. R. BLONDLOT (1).

L'auteur, qui a déjà décrit une méthode pour enregistrer par la photographie le renforcement que l'éclat d'une petite étincelle éprouve par l'action des rayons N, indique quelques perfectionnements qui facilitent notablement l'exécution de ces opérations délicates.

Les forces magnétiques deviennent l'émission pesante; celle-ci agit sur une petite étincelle électrique comme les rayons N, et cette action peut être aisément enregistrée par la photographie.

A. B.

(1) Voir le *Génie Civil*, t. XLV, n° 8, p. 434. (*Comptes rendus de l'Académie des Sciences.*)

BIBLIOGRAPHIE

Revue des principales publications techniques.

AUTOMOBILES

Voiture Sutton, à pétrole lourd. — *L'Automotor Journal*, du 4 juin, décrit le système Sutton permettant l'emploi du pétrole lampant dans les automobiles ordinaires. La particularité de ce système consiste en un carburateur qui entraîne le pétrole par pulvérisation et non par vaporisation.

L'alimentation de ce carburateur se fait par un réservoir fonctionnant d'après le principe du vase de Mariotte.

Le démarrage du moteur se fait à l'essence; le carburateur porte un robinet à deux voies qui permet de passer sans interruption à la marche au pétrole. L'allumage est électrique, par étincelle de haute tension.

Changement de vitesses pour bicyclettes, système Columbia. — *Le Praktische Maschinen Konstrukteur*, du 12 mai, décrit le changement de vitesses appliqué aux acatènes Columbia, et qui consiste en une double commande par engrenages d'angle, l'une ou l'autre paire d'engrenages étant embrayée suivant la multiplication à obtenir.

L'équilibrage des moteurs d'automobiles. — M. von Löw passe en revue, dans le *Dinglers Polytechnisches*, du 7 mai, les différentes manières d'équilibrer les moteurs d'automobiles à 2, 3 et 4 cylindres.

CHEMINS DE FER

Nouvelles voitures de deuxième classe à bogies de la Compagnie de l'Ouest. — Les nouvelles voitures de seconde classe, à intercircularion, que la Compagnie de l'Ouest fait entrer dans la composition de ses trains express de la ligne du Havre, contiennent soixante et onze places et ne pèsent que 27 1/2. Ce poids mort relativement faible est la principale caractéristique de ces véhicules dont la description a été donnée dans le numéro de juin de la *Revue générale des Chemins de fer*.

La caisse est divisée en dix compartiments, dont l'un est aménagé en cabinet de toilette. Les portes d'accès s'ouvrent sur les plates-formes des extrémités. Les portes intérieures présentent cette particularité qu'elles sont glissantes et qu'étant revêtues de plaques de verre frottant sur du feutre, on peut les faire manœuvrer sans effort et sans bruit. Le châssis repose sur deux bogies emboutis. Il est formé de deux brancards en acier, fortement entretoisés; chacun d'eux est constitué par deux fers à U, assemblés de manière à former un caisson et armés au moyen de tirants et de contre-fiches. Les efforts moléculaires, dans le cas le plus défavorable, n'excèdent pas 8 kilogr. par millimètre carré. Les essais statiques et les épreuves de charge périodiquement variable auxquels ces voitures ont été soumises, n'ont révélé aucune déformation permanente de l'un quelconque des organes constitutifs, soit de la caisse, soit du châssis. Ces véhicules ont été construits dans les ateliers de Levallois, de la Compagnie de l'Ouest.

La superstructure des lignes de chemins de fer. — *Les Annalen für Gewerbe und Bauwesen*, du 15 juin, reproduisent une conférence de M. HAARMANN au « Verein für Eisenbahnkunde », dans laquelle l'auteur traite de l'importance de la construction et de l'entretien des voies ferrées, et cite d'après diverses statistiques les principales données dont on dispose actuellement sur le ballastage, l'usure des traverses et des rails, les matériaux à employer, les essais à leur faire subir, etc.

Conservation des traverses de chemins de fer. — *Le Street Railway*, du 23 avril, donne un extrait d'un mémoire de M. Walter W. CURTIS, dans lequel sont étudiés les divers procédés qui ont été préconisés ou mis en usage pour prolonger la durée des bois de charpente exposés à l'humidité, en particulier des traverses de chemins de fer. En discutant l'économie de ces divers procédés, il conclut que le traitement à la créosote est celui qui donne les meilleurs résultats bien qu'il soit le plus coûteux. La substance de conservation est, en effet, insoluble dans l'eau; elle continue à imprégner les fibres pendant très longtemps, de plus, elle a non seulement une action bactéricide marquée sur les ferments

de la pourriture, mais aussi une action insecticide sur les taretts perce-bois.

L'auteur cite les expériences de longue durée faites par des compagnies de chemins de fer américaines qui ont pu ainsi faire servir pendant onze ans des traverses de pin et de sapin qui autrement eussent été presque inutilisables.

La protection de la ligne de Lulea-Narvik (Suède) contre la neige. — *L'Oesterreichische Wochenschrift*, du 18 juin, signale quelques dispositifs de palissades ou même de tunnels à claire-voie en poteaux et madriers, employés pour protéger contre la neige la ligne la plus septentrionale d'Europe, celle de Lulea à Narvik ⁽¹⁾.

CONSTRUCTIONS CIVILES

Construction d'une caserne, à Baltimore. — Cette construction, du type *fireproof* (à l'épreuve du feu), est décrite dans *l'Engineering Record* du 14 mai. Elle comprend une partie à deux étages formant casernements proprement dits avec de forts murs extérieurs et un hall de manœuvre abrité dont la couverture est constituée par des fermes formant des arcs à trois rotules de 69 mètres de largeur dans œuvre et de 90 mètres de longueur. Ce hall pourra abriter 16 000 personnes, plus 6 000 qui auront accès dans une galerie formant étage sur tout son pourtour.

Magasins en béton armé, à Chicago. — Le même journal, dans son numéro du 4 juin, décrit une maison à sept étages qui vient d'être construite, à Chicago, pour servir de magasin. Chaque étage avec ses colonnes de support, ses poutres, poutrelles et le remplissage des planchers forme un véritable monolithe en béton armé. Toute la partie métallique est constituée uniquement par des fers ronds qui sont de dimensions différentes, selon leur emplacement et les efforts auxquels ils sont soumis.

L'emploi du béton armé dans les constructions.

— Le ministre des Travaux publics d'Allemagne vient de publier une circulaire, en date du 16 avril 1904, et que reproduit le *Zentralblatt der Bauverwaltung*, du 18 mai, sur l'emploi du béton armé dans les constructions. Cette circulaire envisage les matériaux employés, le mode d'exécution, la réception des travaux, les prescriptions à suivre dans le calcul des charges, des efforts extérieurs et intérieurs, et se termine par plusieurs exemples de calculs de poutres ou de piliers.

ÉLECTRICITÉ

Contribution à l'étude de l'arc électrique. — M. W. S. WEEDON a lu devant la Société Electrochimique américaine, le 9 avril, un mémoire que reproduit *l'Electrical World and Engineer*, du 23 avril, et où l'auteur étudie spécialement l'arc entre électrodes métalliques, qui appartient au type d'arc dit « à flamme ». Après avoir reproduit, pour l'arc au fer, quelques courbes de tension en fonction de l'intensité et de la longueur, l'auteur étudie le transport de matière par l'arc. On sait que la conductibilité thermique des électrodes joue un rôle important dans ce phénomène. Il montre que l'anode a généralement tendance à augmenter de poids plutôt qu'à en perdre, et que la quantité de matière transportée ne paraît avoir aucun rapport avec la quantité d'électricité mise en jeu. En tout cas, elle serait environ 1 500 fois plus faible que la quantité de matière déplacée en solution d'après la loi de Faraday.

Les expériences ont porté :

Sur l'arc au cuivre dans l'air ;

Sur l'arc au cuivre dans l'hydrogène, avec électrodes ordinaires ou refroidies (de curieux phénomènes d'absorption se sont manifestés) ;

Sur l'arc au fer dans l'hydrogène (qu'il n'est possible de maintenir régulièrement qu'avec des électrodes à circulation d'eau) ;

Sur l'arc au charbon dans l'hydrogène.

L'auteur étudie ensuite la structure des arcs ; il montre que l'arc donne généralement le spectre de la cathode, sans que ce phénomène soit cependant général. Supposant que la chute de potentiel rapide à l'anode constitue une barrière pour les ions positifs, il a essayé de l'éliminer en opérant sur des arcs sifflants et constate qu'en effet dans certains cas on obtient le spectre de l'anode. Il conclut qu'en tout cas le caractère de la lumière n'est pas déterminé par les particules échauffées présentes dans l'arc.

ÉTUDES ÉCONOMIQUES

L'attitude de la douane des États-Unis vis-à-vis des importateurs de machines étrangères.

— Le *Stahl und Eisen*, du 1^{er} avril, relate certaines difficultés opposées par la douane des États-Unis à des importateurs de machines allemandes, relativement à la valeur intrinsèque et à la tarification de ces machines.

HYGIÈNE

La destruction des gadoues par le feu. — *L'Engineering*, du 10 juin, reproduit un mémoire de M. George WATSON sur l'emploi des gadoues comme combustible à la production de vapeur.

Il passe en revue les conditions nécessaires pour obtenir une bonne combustion et la température de 650 degrés, minimum pour lequel les gaz dégagés sont aseptiques, puis montre la nécessité d'opérer avec une légère surpression. Si l'on veut faire de l'usine de destruction une station centrale d'énergie (notamment pour l'éclairage électrique), il convient d'opérer avec des accumulateurs de chaleur.

Les différentes manières de réaliser ces conditions sont exposées dans la description de plusieurs installations types : celle de Bruxelles et, en Angleterre, celles de West-Hartlepool, de Westminster à Londres et de Moss Side à Manchester.

MÉCANIQUE

Études sur les turbines à vapeur. — *L'Engineering News*, du 9 juin, reproduit plusieurs études relatives aux turbines à vapeur. L'une est un mémoire de M. RATEAU qui a été présenté à plusieurs sociétés techniques américaines ; la deuxième est un mémoire de MM. E. S. LEA et E. MEDEN sur la turbine Laval ; la troisième un extrait d'une étude de M. W. L. R. EMMET sur le rôle joué actuellement par la turbine à vapeur dans l'art de l'Ingénieur ; enfin, la dernière, de M. Francis HODGKINSON, est intitulée : « Quelques considérations théoriques et pratiques sur le travail des turbines à vapeur ».

Le premier mémoire est le plus important ; l'auteur y passe en revue d'abord les divers types de turbines avec leurs caractéristiques, puis les applications industrielles qui en ont été faites : turbo-moteurs, turbo-dynamos, commande des pompes centrifuges à grande vitesse, turbo-pompes pour l'alimentation des chaudières, turbo-ventilateurs, propulsion des navires, utilisation de la vapeur à basse pression et accumulateurs de vapeur.

L'Iron Age, du 2 juin, donne des extraits de ce même mémoire et de celui de MM. Lea et Meden. Ces deux mémoires sont aussi reproduits *in extenso* dans *l'Engineering* du 17 juin.

La construction des balances de précision. — Le *Dinglers Polytechnisches*, des 28 mai, 4 et 11 juin, publie un article de M. KURT ARNDT sur les perfectionnements introduits récemment dans la construction des balances de laboratoire.

L'auteur signale de nombreux dispositifs de réglage de couteaux ; des cavaliers et des contrepoids pour l'équilibrage des poids très faibles ; des pinces pour les manœuvrer à distance ; des suspensions à couteaux croisés de diverses sortes ; des plateaux multiples superposés sur chacun desquels on peut placer ou enlever un poids, à l'aide d'une tige particulière, sans ouvrir la cage de la balance ; des balances à appareil optique pour l'examen de la position de l'aiguille et permettant d'évaluer les petites surcharges sans s'obliger à établir l'équilibre rigoureusement ; enfin des balances spéciales et compliquées destinées à opérer dans des conditions également spéciales.

Expériences sur les grandes vitesses de coupe.

— La production d'aciers à outils nouveaux permettant de grandes vitesses de coupe a rendu nécessaires des recherches sur la valeur des efforts qui s'exercent dans les différents organes des tours marchant à ces grandes vitesses. *L'Iron Age*, du 9 juin, donne un extrait d'un mémoire de M. J. T. NICOLSON relatif à cette question et dans lequel l'auteur expose la méthode qu'il a employée et les résultats qu'il a obtenus en se proposant de déterminer comment variaient les efforts en fonction de la vitesse, de l'inclinaison et de la forme de l'outil, de la profondeur et de la largeur de la coupe, etc.

L'estimation du temps pour le travail de tour. — Dans *Machinery*, de mai, M. Henry HESS publie une série de graphiques destinés à faciliter l'établissement des prix pour les travaux de tour.

Le premier de ces graphiques indique, en fonction

des diamètres, les temps nécessaires pour tourner les arbres de 100 millimètres à 1 mètre de longueur.

Le second donne les temps à ajouter en plus-value pour la manipulation de la pièce et la préparation du travail.

Le troisième fournit, en fonction des diamètres, le temps employé pour tourner un épaulement ou pour finir le bout de l'arbre.

Le quatrième se rapporte au filetage.

Le cinquième et le sixième ont trait au travail des poulies (tournage, alésage, etc.)

L'article est accompagné d'un exemple d'application pratique.

Détermination graphique des épaisseurs à donner aux voûtes en plein cintre. — M. GEHLER expose, dans le *Zentralblatt der Bauverwaltung*, du 29 juin, un procédé graphique de détermination des épaisseurs des voûtes en berceau à section circulaire, procédé qui peut s'appliquer, par extension, aux voûtes en anse de panier.

MÉTALLURGIE

Expériences sur l'électrometallurgie du ferromagnétique. — Dans *l'Electrical Review*, du 14 mai, M. E. A. SJÖSTRÖM rend compte d'essais qu'il a entrepris pour le traitement de pyrites nickelifères (pyrrhotine) au four électrique.

Des essais faits d'abord sur une petite échelle, et avec des proportions variables de chaux et de coke, montrèrent que :

1° La pyrrhotine brute n'est réduite que partiellement et avec difficulté à l'état métallique ;

2° La pyrrhotine partiellement grillée est réductible en présence de la chaux et du carbone ;

3° Plus la proportion de chaux est élevée, moins le métal obtenu contient de soufre.

Partant de ces données, on a construit des fours plus importants, intermittents et continus. Le four qui a paru le mieux convenir est formé d'une armature en fonte garnie intérieurement de matériaux réfractaires (briques magnésiennes), avec circulation d'eau à la partie inférieure et fond amovible. Les électrodes sont en charbon ; l'électrode supérieure est mobile. Le *Génie Civil* a déjà donné une description détaillée de ce four ⁽¹⁾.

Bien que ces expériences n'aient pas eu de suite industrielle, l'auteur montre que le prix de revient de la tonne de métal ainsi obtenu (minerai, coke, pierre à chaux, main-d'œuvre, entretien et énergie électrique) est de 131 francs la tonne, et que le procédé peut être exploité en laissant un bénéfice important.

La fabrication des fers laminés. — Une étude sur cette industrie et sur ses récents perfectionnements est donnée dans *l'Engineering*, du 3 juin. Elle traite plus spécialement la question des trains de laminaires. Plusieurs installations nouvelles, tant en Allemagne qu'en Amérique où cette industrie a pris une importance considérable, sont décrites comme types avec indication de leurs principales caractéristiques.

PHYSIQUE INDUSTRIELLE

L'emploi de la vapeur surchauffée et le réchauffage dans les machines compound de grandes dimensions. — Ce sujet a fait l'objet de recherches dont l'auteur donne les résultats dans un mémoire que reproduit le *Street Railway*, du 11 juin. L'auteur passe successivement en revue l'influence : 1° du réchauffage ; 2° d'un léger surchauffage de la vapeur d'admission ; 3° de la charge de la machine ; 4° de sa grandeur ; 5° des dimensions relatives des cylindres. Il décrit les machines qui ont servi à faire les essais, la façon dont ces essais ont été conduits, et commente les résultats qu'ils ont donnés. Voici quelques-unes de ses conclusions :

Pour un léger surchauffage (45 degrés) il est à peu près inutile d'adapter une enveloppe de vapeur au cylindre H. P. Le réchauffage est inutile, à cause des fuites auxquelles il entraîne, si la température de la vapeur du réservoir n'est pas remontée d'au moins 17 degrés et si l'on surchauffe de moins de 45 degrés. Quand le réchauffage est effectif, il est inutile de réchauffer le cylindre B. P.

L'admission aux deux cylindres d'une petite quantité de vapeur surchauffée a pour effet de maintenir constante la consommation de calories par cheval-vapeur malgré la variation de charge, depuis la charge inférieure de moitié à la charge normale jusqu'à une surcharge d'un quart.

(1) Voir le *Génie Civil*, t. XLIV, n° 6, p. 94.

(1) Voir le *Génie Civil*, t. XLV, n° 9, p. 146.

L'emploi de la vapeur surchauffée dans les locomotives. — La *Zeitung des Vereins deutscher Eisenbahnverwaltungen*, des 15 et 18 juin, publie un mémoire de M. WINTER sur les développements de l'emploi de la vapeur surchauffée dans les locomotives. Ce n'est guère qu'en France et en Allemagne qu'on a poursuivi les études et les essais dans ce sens. Dès 1880, MM. Auguste Estrade, Raymond Seillière et Louis Riot en avaient indiqué l'importance; mais la réalisation pratique est principalement due à MM. Schwörer et Schmidt.

Ce dernier a préconisé l'emploi de vapeur à haute surchauffe (Heissdampf), à 300 ou 350 degrés, qui présente, d'ailleurs, de sérieuses difficultés matérielles. Néanmoins, deux locomotives, l'une à 3/4 essieux couplés, des ateliers Vulcan, et l'autre à 2/4 essieux couplés, des ateliers Henschel, furent munies de surchauffeurs Schmidt. Ces machines sont en service depuis cinq ans, l'une à Hanovre, l'autre à Cassel, et ont donné, paraît-il, de très bons résultats.

D'autres locomotives ont, depuis, reçu des surchauffeurs analogues, légèrement modifiés.

M. Winter cite de nombreux trajets d'essai effectués avec ces locomotives remorquant différents trains, notamment d'après les rapports de M. Garbe, qui s'est beaucoup occupé de cette question. Ainsi, dans une série d'essais comparatifs effectués entre Grunewald et Sommerfeld (168 kilom.), en octobre 1901, avec un train de 360 tonnes, et dans les mêmes conditions, les consommations d'eau et de charbon furent par train-kilomètre : pour la machine à surchauffe, 58 kilogr. et 9^h 56; pour deux locomotives compound, 78^h 5 et 10^h 56 à 10^h 8.

L'auteur cite, d'après M. von Borries, d'autres expériences poursuivies sur différents réseaux et sur la ligne spéciale de Marienfeld à Zossen; il décrit, en terminant, les surchauffeurs Piolock (1) et Slucki, dont le premier surtout tend à se répandre et figure notamment à l'Exposition de Saint-Louis sur une locomotive compound von Borries à 4 cylindres et 2/5 essieux couplés.

RÉSISTANCE DES MATÉRIAUX

Calcul des courroies en caoutchouc. — Dans la *Caoutchouc et la Gutta-Percha*, de juin, M. R. BOBET expose une nouvelle méthode permettant de calculer rapidement les courroies de caoutchouc. Cette méthode aurait l'avantage de donner de meilleurs résultats que la méthode ordinaire, la même que celle qui est employée pour les courroies en cuir et qui n'est pas justifiée ici, étant donnée l'hétérogénéité de la courroie de caoutchouc.

L'auteur fait d'abord remarquer la nécessité d'envisager deux éléments principaux : la résistance à la traction et l'adhérence. On peut compter pour cette dernière sur un coefficient de frottement $f = 0,20$ avec le caoutchouc sur la fonte ou le fer; à l'inverse de ce qui se passe pour le cuir, ce coefficient augmente avec l'état de rugosité de la surface.

L'auteur arrive à la formule suivante

$$F = 0,025 k l n v$$

dans laquelle

F est la puissance transmise, en chevaux-vapeur,
 l la largeur de la courroie, en millimètres,
 n le nombre de plis de la courroie,
 v sa vitesse en mètres par seconde,
 k le coefficient de l'effet utile dû à l'arc de contact.

SCIENCES

Radioactivité et matière. — Dans un article de la *Revue générale de Chimie pure et appliquée*, du 12 juin, le professeur Clément WINKLER, qui découvrit le Germanium et imagina le procédé de contact pour la fabrication de l'anhydride sulfurique, montre combien il faut être prudent quand on s'aventure dans le domaine des hypothèses au sujet des conclusions qu'on peut tirer de l'étude des substances radioactives.

Il fait remarquer qu'on ne connaît rien des propriétés chimiques du radium bien qu'il ait été découvert il y a déjà six ans. Le radium n'a pas une seule réaction caractéristique distincte de celles du baryum, auquel il ressemble à s'y méprendre; il ne s'en distingue que par l'existence d'un poids atomique plus fort et par cette étonnante faculté de rayonner en trouvant la source du rayonnement en lui-même.

Le grand attrait qu'offrait la poursuite des phénomènes énigmatiques de radioactivité rejeta d'emblée au second plan la détermination de la manière

d'être chimique des substances radioactives; si on a fait cette détermination cela n'a pas été ou n'a pu être fait avec tout le soin qu'on a l'habitude de mettre à établir les propriétés chimiques des éléments nouvellement découverts.

Par quelques exemples tirés de l'histoire de la découverte des éléments, par l'analyse des faits connus en ce qui concerne les substances radioactives, l'auteur montre que la notion d'élément telle qu'elle a été admise jusqu'ici, reste toujours debout, qu'il n'y a pas lieu de faire de nouvelles hypothèses sur la constitution de la matière et la transmutation des éléments avant d'avoir fait sur les corps radioactifs des travaux de chimie expérimentale plus complets, plus approfondis que ceux que nous connaissons.

Il recommande donc avant tout de rechercher quelle est la forme chimique sous laquelle se trouvent les substances radioactives naturelles, de façon à connaître dans quels genres de minerais radifères, d'ailleurs plus abondants qu'on ne le supposait tout d'abord, il convient de s'adresser pour les en extraire en assez grandes quantités, méthodiquement et sûrement. Alors seulement leur étude véritablement chimique pourra se poursuivre et conduire à des conclusions acceptables.

TRAVAUX PUBLICS

Le tunnel sous l'Hudson, à New-York. — Ce tunnel, commencé il y a près de vingt ans, et destiné à relier New-York à Jersey-City va bientôt être achevé. M. S. D. V. BURN, dans l'*Iron Age*, des 2 et 9 juin, expose l'état d'avancement des travaux et compare les méthodes actuellement en usage avec celles qui avaient été adoptées au début par le promoteur du projet M. de Witt C. Haskin. Il montre comment des modifications successives furent apportées pour faire face à des difficultés imprévues, ce qui explique pourquoi les travaux ont été si souvent interrompus.

Depuis 1902, la Compagnie du chemin de fer de New-York à Jersey-City, qui s'est rendue acquéreur de l'entreprise, poursuit les travaux d'une façon continue par la méthode du bouclier et sans aucune difficulté.

Ouvrages récemment parus.

L'Alimentation et les Régimes chez l'Homme sain et chez les Malades, par Armand GAUTIER, membre de l'Institut et de l'Académie de Médecine, professeur à l'Académie de Médecine de Paris. — Deuxième édition revue et augmentée. — Un volume in-8° de 660 pages, avec figures. — Masson et C^{ie}, éditeurs, Paris 1904. — Prix : 10 francs.

Rien ne saurait être plus important que de s'alimenter régulièrement et rien n'est cependant plus difficile ni plus méconnu. On sait nourrir rationnellement un bœuf, une vache, un cheval, un mouton, et leur faire produire le maximum de viande, de lait, de travail ou de laine; on sait moins bien nourrir un homme. Il importe cependant beaucoup que l'homme sache se nourrir normalement et garder sa jeunesse quand il en est encore temps. Il faut aussi que le médecin lui applique le régime alimentaire le plus efficace s'il tombe malade. Ce sont les règles qui répondent à ces besoins fondamentaux, que M. le professeur A. Gautier a exposées dans ce volume.

L'ouvrage est divisé en trois parties: dans la première, l'auteur développe les principes généraux de l'alimentation normale chez l'homme; dans la deuxième, il fait connaître la nature et les applications de chacune des substances alimentaires; dans la troisième, il étudie les variations de l'alimentation suivant l'âge, la race, les climats, la nature du travail intellectuel ou physique, mais surtout il expose et explique les règles du régime dans les maladies aiguës ou chroniques.

Cette étude, faite à la lumière si pénétrante et si précise que projettent nos connaissances modernes sur ces importantes questions, intéressera non seulement les biologistes et les médecins, mais aussi tous les administrateurs, ingénieurs, chefs d'usine ou d'ateliers, tous ceux en un mot qui sont conduits par leurs fonctions à protéger et à conseiller les grandes agglomérations industrielles et sociales qui leur sont confiées.

Le succès de cet ouvrage, paru il y a seulement quelques mois, a été tel que la librairie Masson vient d'en publier une deuxième édition, qui a été sensiblement augmentée et améliorée par l'auteur.

Formulaire des Centraux. — Résumé, par ordre alphabétique, des cours et projets de l'École Centrale, augmenté de tables usuelles et d'un abrégé de législation, par J.-B., Ingénieur des Arts et Manufactures. — Un volume in-16 de 314 pages de texte et 250 pages de figures, avec pages blanches pour notes, 2^e édition. — V^o DUNOD, éditeur, Paris, 1904. — Prix : relié 6 francs.

Ce formulaire, très portatif, est l'œuvre d'un Ingénieur qui a puisé, dans les cours de l'École Centrale, les solutions les plus pratiques des problèmes industriels courants.

Outre un formulaire alphabétique relatif aux éléments de la mécanique et de la physique industrielle (accumulateurs, aciers, alliages, arbres, ascenseurs, barrages, ciment, clapets, courroies, engrenages, explosifs, locomotives, presses, rails, etc.), il renferme des tables et formules usuelles parmi lesquelles nous citerons : des tables d'arithmétique et de géométrie, les intérêts, annuités et amortissements, la transformation des pentes en degrés d'inclinaison, les mesures maritimes et étrangères, les monnaies, les densités, les poids des matériaux usuels, les températures de fusion et d'ébullition, etc.

Le volume se termine par un abrégé de législation commerciale et industrielle par M. Paul Razous, traitant sommairement des effets de commerce, contrats de transport, assurances, faillites, sociétés industrielles et commerciales, brevets, marques de fabrique, législation des usines, mines et travaux publics.

Dictionnaire-manuel illustré d'Agriculture, par Daniel ZOLLA, professeur à l'École d'Agriculture de Grignon. — Un volume in-18 Jésus de 770 pages, avec 1900 figures. — Armand Colin, éditeur, Paris, 1904. — Prix : relié toile, 6 francs.

C'est une véritable encyclopédie agricole que le nouveau dictionnaire qui vient de paraître dans la *Bibliothèque des Dictionnaires manuels illustrés* publiée par la Librairie Armand Colin.

L'auteur-directeur de cette publication, M. Daniel Zolla, professeur à l'École de Grignon, bien connu par ses nombreux travaux en agriculture, a eu pour principaux collaborateurs : MM. J. Tribondeau, professeur départemental d'agriculture du Pas-de-Calais; Charvet, professeur à Grignon; Ch. Julien, professeur à l'École d'agriculture de Rennes; Carré, professeur départemental de la Haute-Garonne.

Chacune des matières spéciales : agriculture, arboriculture, horticulture, sylviculture, viticulture, élevage, abeilles, vers à soie, insectes, maladies des animaux et des plantes, engrais, législation, etc., a d'ailleurs été confiée à un spécialiste. Chaque article résume brièvement les connaissances pratiques indispensables, et expose la question en l'état actuel de la science et des découvertes ou inventions les plus récentes.

Recettes et procédés utiles, par Gaston TISSANDIER, Rédacteur en chef de la *Nature*, et J. LAFARGUE, Secrétaire de la Rédaction. — Cinq volumes in-16, de 328 à 388 pages chacun. — Masson et C^{ie}, éditeurs, Paris. — Prix de chaque volume : broché, 2 fr. 25; cartonné toile, 3 francs.

Le regretté Gaston Tissandier avait eu l'heureuse idée de réunir sous une forme méthodique les recettes et procédés utiles publiés dans son excellent journal. Sa tâche a été continuée par ses successeurs, et cette petite bibliothèque de la *Nature* comprend aujourd'hui cinq volumes dont la plupart ont eu déjà de nombreuses éditions.

Ces volumes contiennent quantités de recettes, de formules, de tours de mains, de renseignements pratiques de toutes sortes, qui peuvent rendre de réels services aux savants comme aux amateurs, aux ingénieurs comme aux praticiens, à tous ceux qui travaillent dans la maison domestique ou à la campagne, dans l'atelier ou le laboratoire.

Le Radium et ses propriétés, par Jean ESCARD Ingénieur-Électricien. — Un volume in-8° de 152 pages, avec 30 figures. — B. Tignol, éditeur, Paris. — Prix : 3 francs.

Le Gérant : H. AVOIRON.

IMPRIMERIE CHAIX, RUE BERGÈRE, 20, PARIS.

(1) Voir le *Génie Civil*, t. XLIII, n° 27, p. 428.

LE GÉNIE CIVIL

REVUE GÉNÉRALE HEBDOMADAIRE DES INDUSTRIES FRANÇAISES ET ÉTRANGÈRES

Prix de l'abonnement par an. — Paris : 36 francs; — Départements : 38 francs; — Étranger et Colonies : 45 francs. — Le numéro : 1 franc.

Administration et Rédaction : 6, rue de la Chaussée-d'Antin. Paris.

SOMMAIRE. — **Travaux publics** : Le port de Valparaiso. Projets d'amélioration et d'agrandissement (*planche XII*), p. 177; Ch. DANTIN. — **Statistique** : La répartition des automobiles et bicyclettes en France (*suite*), p. 182; V. TURQUAN. — **Mécanique** : Nouveau système de transmission pneumatique pour lettres et petits colis, p. 186. — **Variétés** : Baromètre altimétrique enregistreur de poche, p. 187; — Stabilisation de route des

ballons dirigeables, p. 188; — Échelles à poissons du barrage de Danville, p. 189; — Polisseur à jet de sable portatif, p. 189.

SOCIÉTÉS SAVANTES ET INDUSTRIELLES : Académie des Sciences (4 juillet 1904), p. 190.

BIBLIOGRAPHIE : Revue des principales publications techniques, p. 190; — Ouvrages récemment parus, p. 192.

Planche XII : Projet d'agrandissement du port de Valparaiso.

TRAVAUX PUBLICS

LE PORT DE VALPARAISO

Projets d'amélioration et d'agrandissement.

(*Planche XII*.)

Malgré l'état encore primitif de son port, Valparaiso, la seconde

paraiso y figure pour 84,4 millions de piastres (dont 67 millions pour l'importation et 17,4 pour l'exportation), soit 31 %. On estime que, de 1896 à 1900, ce port a eu un mouvement annuel moyen de 2 160 vaisseaux entrés et sortis (soit 2 728 000 T) transportant une charge effective de 860 000 t (1). Il se classe ainsi dans une catégorie à laquelle appartiennent également Boulogne, Dunkerque, Rio-de-Janeiro, San Francisco, Stockholm, etc. (2).

Les principaux éléments du mouvement commercial de Valparaiso



FIG. 1. — PORT DE VALPARAISO : Vue d'ensemble de la rade, avec un dock flottant. Au premier plan, le môle fiscal et la grue à portique de 45 tonnes

ville du Chili avec ses 176 000 habitants, est aujourd'hui le débouché commercial le plus important de la côte ouest de l'Amérique du Sud, le port d'Iquique étant principalement réservé au commerce des nitrates et de l'iode. Pour l'année 1899, par exemple, le commerce international du Chili se montant à 269,4 millions de piastres (1), Val-

sont : la houille, le bois, le fer, les céréales, le pétrole, le sucre, le

(1) Nous désignerons par *t* les tonnes de 1 000 kilogr. et par *T* les tonneaux de jauge nette, c'est-à-dire les unités de 100 pieds cubes anglais, soit 2^m 83.

(2) Le coefficient de cargaison, c'est-à-dire la proportion entre le mouvement commercial, et le mouvement maritime du port, ressort donc, pour cette période, à $\frac{860\,000}{2\,728\,000} = 0,312$. A titre de comparaison, nous indiquerons que ce même chiffre était 0,94 à Anvers, en 1896; 1,10 à Newcastle, en 1898; 0,60 au Havre en 1900.

(1) La piastre vaut, en principe, 18 pence ou 1 fr. 80.

ciment. De 1896 à 1900, le trafic moyen de la houille s'est élevé à 343 600 t, dont 319 000 importées. Le déchargement du charbon destiné au chemin de fer de Santiago se fait avec quelques grues installées sur le quai, près de la station de Bella Vista (fig. 9), d'une façon assez rudimentaire. Ce transport de charbon est destiné à prendre une sérieuse extension quand le chemin de fer transandin, par Uspallata, sera achevé; il pourra ainsi arriver avantageusement jusqu'à Mendoza.

Le commerce du bois représente, dans les mêmes conditions, 55 000 t. La plupart des cargaisons viennent de San Francisco sur des bateaux spéciaux de 1 100 à 1 500 T. Les frais de déchargement du bois et du charbon varient de 1 à 2 piastres par tonne.

Le fer, article presque exclusivement d'importation, donne lieu à un trafic moyen de 19 700 t. Le foin et les céréales représentent 138 400 t, dont la plupart sont exportées; les huiles et pétrole, 7 000 t; le sucre, 29 000 t; le ciment, 10 000 t; les machines diverses, 15 200 t; les vins et liqueurs, 24 000 t; les bestiaux, 12 000 t; enfin, il faut compter à peu près 40 000 t de lest.

Pour faire face à ce mouvement commercial, le port de Valparaíso ne possède qu'une rade ouverte, de sorte que toutes les opérations se font au moyen d'allèges qui servent d'intermédiaires entre les navires et le quai existant (fig. 9) ou la plage naturelle, sur laquelle on débarque les marchandises à dos d'homme. Le mur de quai actuel, long d'environ 2 kilom., est dans un état de dégradation qui en rend l'usage de jour en jour plus difficile.

Il existe cependant un autre moyen de communication bien meilleur entre les navires et la côte, c'est le môle fiscal, voisin de la Douane, dont le bras court réunit la terre au bras long, qui s'étend sur 233 mètres de longueur (fig. 1 et 2, du texte, et fig. 1, pl. XII).

Ce môle est le point d'accostage des navires qui apportent ou viennent chercher les marchandises destinées aux magasins fiscaux. Il possède une douzaine de grues mobiles et une grue à portique de 45 tonnes.

La baie est ouverte au nord, dans la direction des vents dominants et des tempêtes, de sorte que le travail y est fréquemment interrompu. On compte, en moyenne, 270 jours de travail par an dans la baie, et 180 seulement sur la plage ou la partie est de la rade, chiffres véritablement trop faibles pour une place de cette importance. Aussi le commerce souffre-t-il de retards prolongés et de surcharges d'assurances motivées par les risques d'avaries, aussi bien aux navires qu'aux cargaisons débarquées en plein air, à la merci des intempéries, des vols et des incendies produits par les locomotives circulant sur le quai.

Il n'est pas étonnant que, jouissant d'une rade profonde à peu de distance de la terre et désigné naturellement pour devenir le port de beaucoup le plus important de cette longue côte du Chili (4 200 kilom.), Valparaíso ait projeté à maintes reprises d'aménager et d'outiller sérieusement son port. Le Gouvernement chilien ayant récemment repris cette question, dont l'urgence s'impose de plus en plus, a confié à M. l'Ingénieur Kraus, directeur de l'Ecole polytechnique de Delft (Hollande), le soin de dresser un projet d'aménagement, en mettant à profit toutes les recherches préliminaires, aussi bien de statistique commerciale et économique que d'observations météorologiques, de sondages, de levés topographiques, etc., qu'il pourrait réunir. C'est au projet très complet présenté en 1903 par M. Kraus, après deux années de travaux et d'études dirigés par lui sur les lieux, que nous emprunterons les éléments de notre description.

Les aménagements que M. Kraus propose d'effectuer en premier lieu comportent l'établissement (fig. 1, pl. XII) :

1° De la darse de Las Habas, avec construction d'une cale sèche à l'extrémité de cette darse;

2° De la darse de la Douane, qui formera, avec les magasins fiscaux, une zone isolée pour la manutention des marchandises sujettes à des taxes;

3° De murs de quai modifiant les abords du môle fiscal;

4° D'un mur de quai définitif accessible aux navires remplaçant le mur actuel en face de la ville, servant de défense à la ville, et à la gare de Bella Vista.

5° De la darse du Baron, destinée aux marchandises lourdes et encombrantes, généralement exemptes de droits.

Actuellement, le trafic se répartit à peu près comme suit dans les différentes zones du port :

Muelle Fiscal.	tonnes.	75 000
Embarcadère de la Población Vergara. . .	—	80 000
— du Matadero.	—	15 000
— des Chemins de fer.	—	90 000
Mur de quai et plage.	—	600 000
		<u>860 000</u>

Avant d'entrer dans le détail des ouvrages que nous venons d'énumérer, il n'est pas sans intérêt d'indiquer d'après quelles bases générales on a cherché à les approprier le mieux possible aux conditions économiques du port de Valparaíso.

L'importance relative des différentes parties d'un port dépend de l'ampleur et de la nature du trafic qu'elles doivent assurer. On peut l'évaluer, par exemple, par la proportion entre la surface du port et

le mouvement maritime ou commercial de celui-ci; par les proportions entre la surface de l'eau et celle des terrains; entre la longueur des murs de quai et la surface des terrains; etc.

C'est ainsi qu'à Hambourg (1896) le trafic a atteint 32 500 T et 26 500 t par hectare du port total; au Havre (1900) 38 400 T et 23 000 t. Ces chiffres ne sont pas exagérés. Au contraire, à Anvers (1896) ces valeurs atteignaient 62 000 T et 58 500 t; à Marseille (1898) 54 000 T et 28 000 t, en même temps que l'urgence de nouveaux bassins se faisait sentir. D'une autre évaluation, on peut déduire comme limites pour un trafic facile : 100 000 T par hectare d'eau et 75 000 t par hectare de terrain.

La proportion entre la surface de l'eau et celle des terrains, variable suivant l'intensité du mouvement maritime, la grandeur du coefficient de cargaison et les facilités que le port offre à la manutention rapide, est en moyenne, d'après la statistique d'un certain nombre de ports de tous pays, de 2, en y comprenant les surfaces d'avant-port ou d'estuaire, de 1,15 si l'on compte seulement les eaux du port proprement dit.

On estime que le rapport de la surface d'eau en mètres carrés à la longueur des quais en mètres doit représenter 90 à 100 mètres et qu'un espace moyen de 65 à 75 mètres, dont moitié pour la manutention et moitié pour le dépôt, doit être ménagé derrière les murs de quai.

Le rendement commercial et le rendement maritime des murs de quai (trafic annuel par mètre courant de mur) sont entre eux dans un rapport qui n'est autre que le coefficient de cargaison. Le rendement commercial, le plus utile à considérer, est d'au moins 500 t dans un port bien établi. On peut, pour un quai réservé à la houille, atteindre un rendement de 2 000 t.

Dans ces conditions, le port futur de Valparaíso, dont le mouvement commercial était de 860 000 t avant 1900, de 914 000 t en 1900, et peut être estimé sans excès dans l'avenir à 1 000 000 t, base facile pour les calculs, devrait avoir :

Pour un mouvement maritime de	$\frac{1\ 000\ 000}{0,32} = 3\ 000\ 000\ T :$
une surface totale utile d'au moins	$\frac{3\ 000\ 000}{40\ 000} = 75\ \text{hectares},$
une surface d'eau d'au moins	$\frac{3\ 000\ 000}{100\ 000} = 30\ \text{hectares},$
une surface de terre d'au moins	$\frac{1\ 000\ 000}{75\ 000} = 13\ \text{hectares},$
une longueur de murs de quai de	$\frac{1\ 000\ 000}{500} = 2\ 000\ \text{mètres}.$

D'après les dimensions des darses et bassins proposés, le port, progressivement agrandi, comportera :

En eau.	hectares.	57,9
En terrains.	—	58
TOTAL.	hectares.	<u>115,9</u>
Longueur des quais.		4 600 mètres.

chiffres dépassant largement ceux qui ont été établis ci-dessus *a priori*. Le tableau ci-dessous donne, pour chaque partie du port, les surfaces d'eau et de terrain et la longueur des quais.

	SURFACE D'EAU	SURFACE DES TERRAINS (1)	LONGUEUR DES QAIS
	hectares	hectares	mètres
Darse de Las Habas.	15,3	5,9	690
— de la Douane.	7,4	10,2	580
Môle fiscal et quais adjacents.	20,0	4,7	859
Mur de quai principal.	—	6,9	900
Darse du Baron.	15,3	22,0	1 500

(1) Sans compter les terrains réservés aux chemins de fer.

Une circonstance favorable consiste dans la facilité d'ouvrir les carrières dans les coteaux abrupts qui forment la côte de chaque côté de la ville, et arrivent très près de la plage. On créera ainsi un espace plus grand, et les matériaux seront extraits presque à pied d'œuvre.

En outre, les travaux projetés évitent les profondeurs excessives, les fonds de vase (dans la mesure du possible) et utilisent presque tous les ouvrages, terrains et édifices qui sont actuellement la propriété de l'État. Des projets spéciaux visent la création de nouvelles avenues, et l'amélioration des nombreux canaux et égouts qui, traversant la ville, débouchent dans la baie en y déposant les matières entraînées par les ruisseaux torrentiels dans les ravins dont ils proviennent.

SONDAGES DE LA BAIE DE VALPARAÍSO. — Une des parties les plus importantes du travail de préparation du projet a été la reconnaissance minutieuse des fonds de la baie, au moyen de nombreux sondages et de prises d'échantillons.

Les sondages ont été exécutés tout le long de la baie, aux abords de la ligne de 10 mètres de profondeur, suivant laquelle une partie

PROJET D'AGRANDISSEMENT

Fig.2 à 4. Profils projetés pour l'Epi de 1

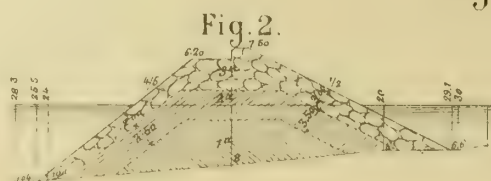


Fig. 3.

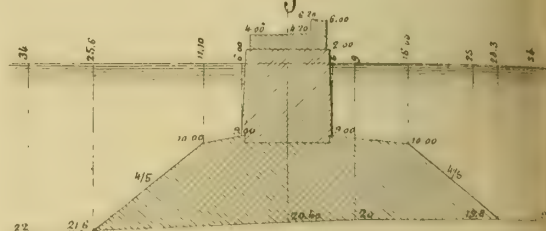


Fig. 5 et 6. Profils projetés pour le brise-lames de las Habas

Fig.9 à 12.Embarcadère en é:

Fig. 5.

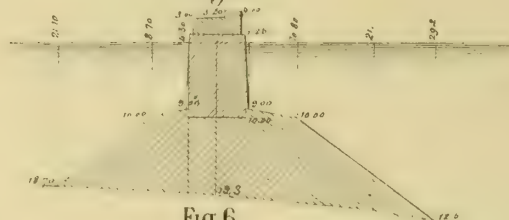


Fig. 6.

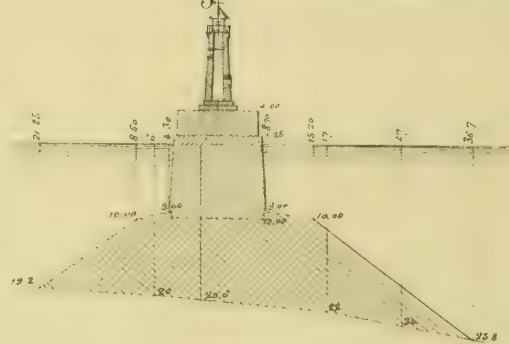
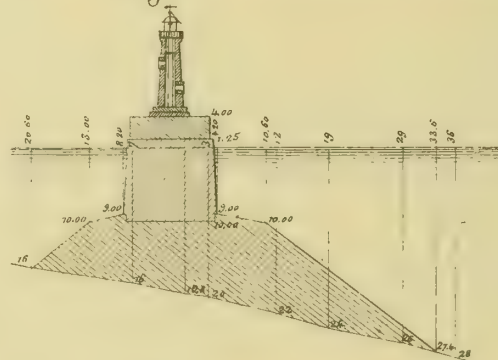


Fig. 7 et 8. Profils projetés pour le brise-lames de la Douane.

Fig. 7.

Fig.8.



Profile normal

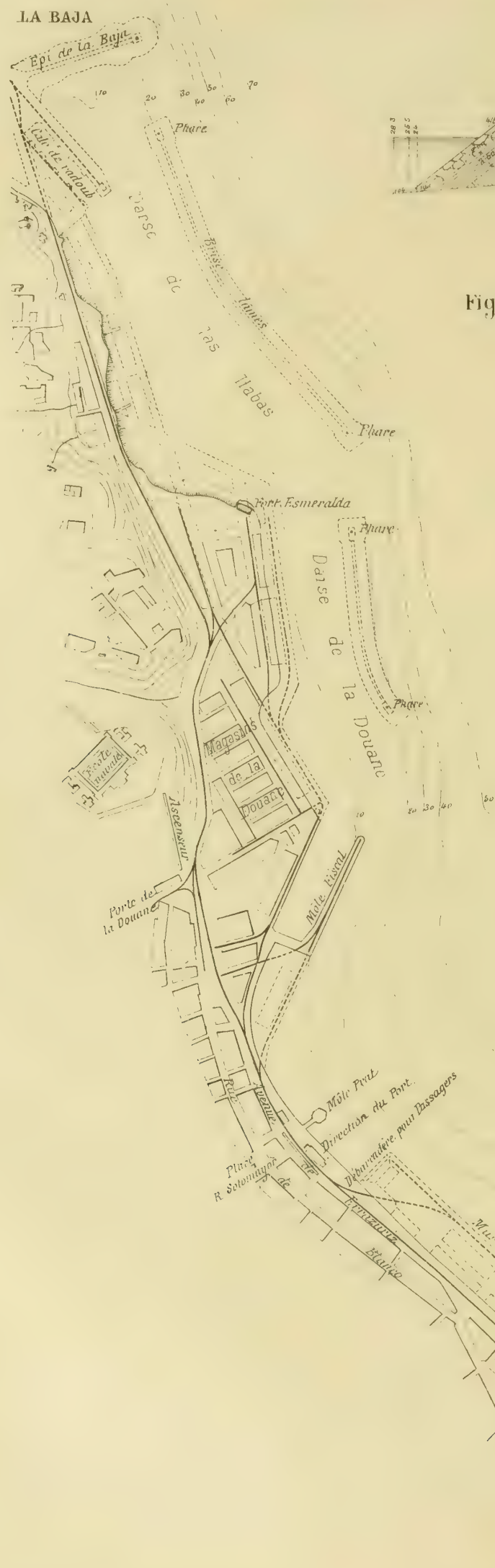
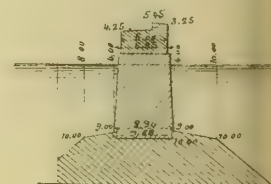
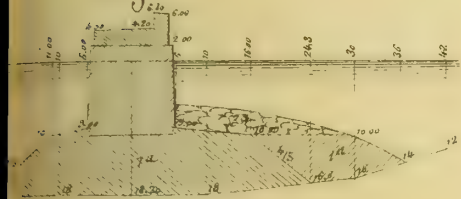


Fig. 4.



é, fondé sur pieux à vis.

psaic



Fig. 10.

Détail de la partie supérieure

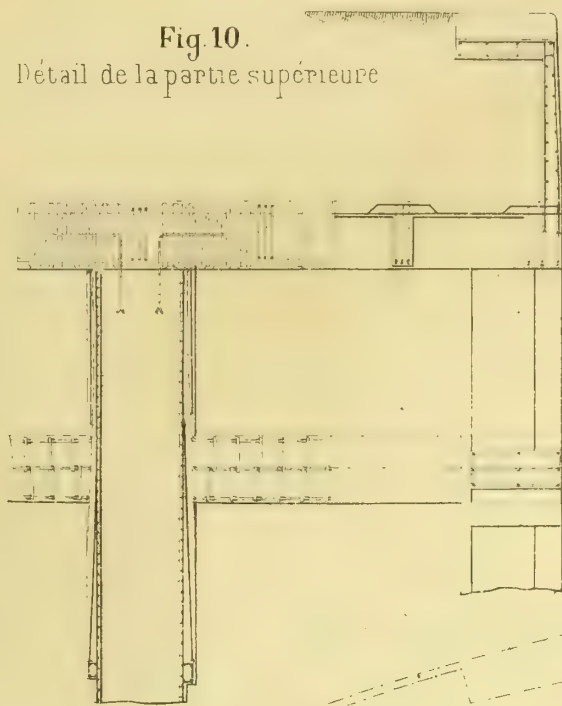


Fig.11 et 12. Sabot

Fig. 11. Elevation

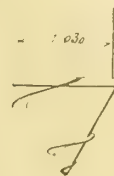


Fig. 12. Coupe



Fig.1. Plan d'ensemble du Projet

Michelle de 10¹0000

des ouvrages doivent être fondés. Beaucoup d'autres ont servi à explorer les régions est et ouest de la baie, à des profondeurs de 15 et 20 mètres.

On a sondé, au total, en 584 points, d'après des méthodes qui peuvent se classer en deux catégories :

1° Sondages exécutés au moyen d'un ponton ou d'un trépied, en se servant d'un tube de 10 centimètres de diamètre qui, pénétrant dans le sol, permettait de prendre des échantillons du terrain à la profondeur voulue, à l'aide d'un second tube de cuivre pourvu d'un clapet, et qu'on faisait descendre dans le premier tuyau au moyen de longues tiges minces en bois ;

2° Des sondages exécutés au moyen d'un jet d'eau produit par une pompe à vapeur et transmis par un tuyau qui pénétrait directement dans le terrain, ou, préférablement, dans un autre tuyau plus large. On constatait, par ce système, à quelle profondeur se rencontrait une couche dure, dans laquelle le ou les tuyaux ne pouvaient plus s'enfoncer.

La figure 10 montre l'installation d'une plate-forme et d'une bîgue sur le ponton avec plusieurs treuils de manœuvre de halage ou d'ancrage. On faisait descendre, à partir de la plate-forme, les sections de tuyaux, de 2 mètres de longueur, qui se vissaient bout à bout en constituant un tube lisse à l'extérieur comme à l'intérieur. Les tiges

TRAVAUX SITUÉS A L'OUEST DE LA BAIE. — Le premier groupe comprend les darses de Las Habas et de la Douane, ainsi que le môle fiscal. Il se trouvera abrité du côté nord-ouest par un brise-lames de 250 mètres de longueur (épi de la Baja), construit en enrochements sur 170 mètres à partir de la plage jusqu'à la cote — 12 (1), puis en enrochements surmontés de blocs artificiels. Ces blocs, dont nous décrirons plus loin la construction et la mise en place, seront fabriqués à sec dans des caissons en fer, puis transportés en mer à l'aide de caissons flottants, et immergés. Leur poids pourra atteindre 6 000 tonnes.

On exécutera ensuite les brise-lames de Las Habas et de la Douane, qui suivront à peu près la courbe de 18 mètres de profondeur ; leurs longueurs respectives seront de 673 et 357 mètres. La construction sera, comme pour le précédent, en enrochements surmontés de blocs artificiels. Les largeurs des passes navigables ménagées par ces deux brise-lames, comptées à la profondeur de 10 mètres, sont de 160, 163 et 225 mètres ; cette dernière passe donnant accès au bassin de la Douane et au môle fiscal.

L'anse actuelle du Membrillo deviendra une cale de radoub de 176 mètres $\times$ 31^m 63, après avoir servi de bassin provisoire pour la construction des blocs.

Les murs de quai des bassins de Las Habas et de la Douane, comme



FIG. 2. — PORT DE VALPARAISO : Vue du môle fiscal et des magasins de la Douane. Au dernier plan, à gauche, l'École navale.

de sondage, en frêne de Hollande très léger et très résistant, avaient chacune 5 mètres de longueur. Les sondes étaient généralement à clapet. La manœuvre de ces engins se faisait à partir d'une petite plate-forme, fixée au tube, sur laquelle les hommes se plaçaient pour produire l'enfoncement par leur poids. Les mouvements violents du ponton, même bien ancré, ayant produit plusieurs ruptures de tube, on a aussi employé des trépieds en charpente, convenablement ancrés, dont on voit un exemple à droite de la figure 10.

Deux triangles en bois horizontaux, reliés entre eux par des chaînes, assurent et maintiennent l'écartement des arêtiers. Un sondage au moyen du ponton durait un jour et demi en moyenne, et à peine un jour, avec le trépied. Ce système s'appliquait bien aux terrains homogènes et sableux.

Quand il fallait sonder dans les fonds pierreux, on avait recours avec succès à l'injection dans le tuyau d'un jet d'eau sous pression de 6 à 7 atmosphères. Les tuyaux étaient suspendus à une chèvre placée sur le chaland qui portait la pompe à vapeur. La force de ce jet était telle que non seulement il emportait la vase et le sable, mais le gravier. En général, au bout d'une heure, le tube atteignait la couche rocheuse, et le sondage était terminé.

tous les quais projetés, d'ailleurs, suivront à peu près la courbe où le rocher se rencontre vers 10 mètres au-dessous du niveau moyen de la mer ; il en résultera un tirant d'eau minimum de 9 mètres, à la plus basse mer, de sorte que les navires calant de 8 mètres à 8^m 50 seront toujours certains d'accoster avec sécurité.

Le môle fiscal sera prolongé de 250 mètres, de façon à se relier à la terre en facilitant l'accès des voies ferrées ; un mur de quai, dans le bassin de ce môle, permettra de recevoir des navires et donnera l'espace nécessaire pour construire des magasins. Le prolongement du môle se trouvant sur un fond vaseux, on a dû prévoir sa construction en béton armé, au moyen de pieux à vis, dont nous indiquerons plus loin la construction.

MUR DE QUAÏ PRINCIPAL. — Le grand mur de quai qui doit remplacer, dans des conditions bien meilleures, le mur actuel, sera édifié par des fonds suffisants pour l'accostage des grands navires, bien que le manque d'abri ne doive pas en permettre l'accès à toute époque. Ce mur est

(1) Les cotes d'altitude sont évaluées en prenant pour zéro celui du plan officiel de la ville, auquel correspondent les repères placés en divers points de la ville. Ce zéro correspond à un niveau moyen de la mer.

donc tracé dans la courbe de 10 mètres de profondeur. Le terrain ainsi gagné sur la plage actuelle fournira l'espace nécessaire à la manutention, aux voies ferrées et magasins.

Le mur s'étendra, entre les rues de Urriola et de Carrera, sur 903 mètres de longueur; le plan (fig. 1, pl. XII) en montre le tracé tel qu'il a été défini à la suite d'études minutieuses du sous-sol.

Fondé sur enrochements, il pourrait être exécuté au moyen de blocs artificiels flottants, semblables à ceux des brises-lames, mais d'une largeur de 6^m 50 seulement à la base (fig. 3). Le poids d'un tel bloc (22 mètres de longueur) est de 2700 tonnes.

Comme, par suite de circonstances locales, on ne disposera probablement pas d'un chantier de construction pour ces blocs, M. Kraus propose une autre solution: l'emploi de caissons en béton armé, transportés flottants à pied d'œuvre, et ensuite lestés de béton et de pierres et immergés à leur place définitive. La plage de Valparaíso fournit, en effet, un sable très bien approprié à la confection de ce béton.

Les caissons flottants étudiés dans ce but, plus que suffisants pour subir la pression des vagues, auront 3 mètres de longueur, 6^m 50 de largeur à la base et 11^m 75 de hauteur. Ils seront posés avec une légère inclinaison, de façon à pouvoir s'enfoncer chacun indépendamment jusqu'à une position stable, malgré les variations de résistance du fond.

Perpendiculairement à la longueur du quai, le caisson est divisé en trois compartiments. Les quatre premiers mètres du premier compartiment seront remplis de béton coulé sous l'eau, pour éviter les pres-

les manœuvres de mise en place ne consistant qu'à remorquer le caisson flottant ou l'alléger éventuellement un peu.

La superstructure qui couvrira les blocs commencera à la cote + 1^m 35 et reposera sur la surface en dents de scie que forme leur ensemble à la partie supérieure. Elle consistera en maçonnerie à mortier de ciment avec couronnement en pierres de taille. Une galerie où l'on pourra circuler, ménagée dans ce massif (fig. 3 et 4), servira à la pose des conduites de toute nature.

Un type de caissons différent a été adopté (fig. 4 et 5) pour les murs de quai abrités, qui se trouvent d'ailleurs généralement reposer sur un bon sol. La longueur de chaque caisson (divisé en quatre compartiments) sera de 10 mètres, et sa largeur de 3 mètres au sommet; ils auront une plaque de fondation de 6^m 50 de largeur. La superstructure sera en maçonnerie, avec galerie souterraine, comme dans le cas précédent. Des poutres verticales en bois dur, espacées de 2 en 2 mètres, doivent protéger le parement contre le choc des navires.

Les débouchés des égouts, eux-mêmes en béton armé, se feront par des gale-

ries aménagées dans certains caissons de type spécial.

DOCK DU BARON. — Ce dock sera constitué, en mettant à profit la plate-forme sous-marine qui existe dans cette région, par un bassin de 10 mètres de profondeur et constituera une sorte de second port de commerce, spécialement destiné aux marchandises non taxées (notamment le charbon et le bois). Le brise-lames, construit, sur une longueur de 230 mètres, comme ceux dont nous avons déjà parlé, aura sur une

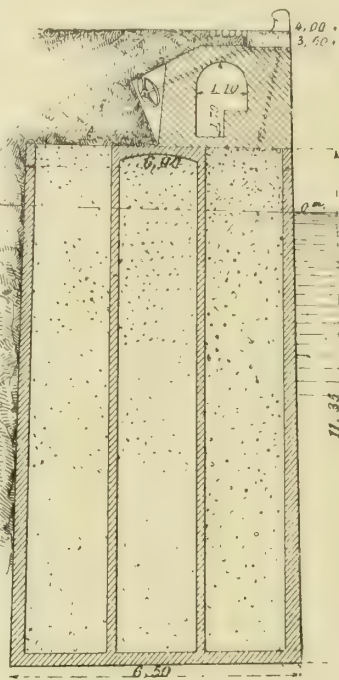


FIG. 3. — Coupe du mur de quai.

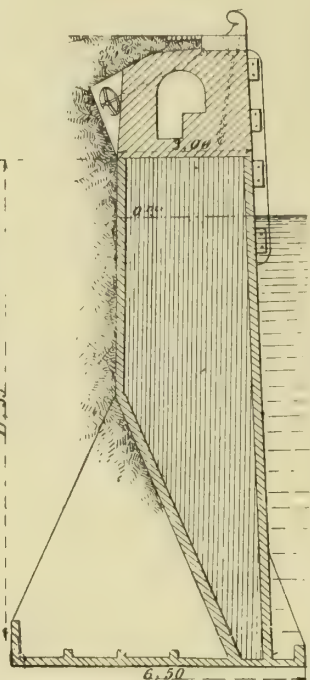


FIG. 4 et 5. — Coupe et élévation du mur de quai.

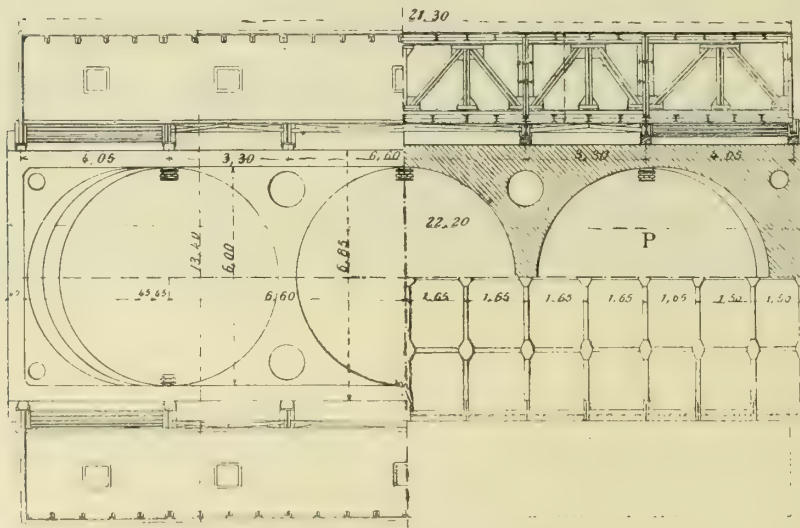


FIG. 6, 7 et 8. — Coupes horizontales et verticales des blocs flottants pour brise-lames.

sions excessives sur les parois, le reste en béton maigre posé à sec.

Les deux compartiments postérieurs seront lestés en pierres et graviers, qui contribueront, très économiquement et très utilement, à rendre le mur massif et à empêcher sa dislocation.

Comme le montre la figure 4, les parois antérieures et postérieures ont 25 centimètres d'épaisseur en haut et 35 centimètres en bas, les parois latérales 10 et 20 centimètres, les parois intermédiaires 15 centimètres, le fond 30 centimètres.

Ce système dispense d'appareils de levage de grandes puissances,

autre étendue de 680 mètres une largeur de 70 mètres permettant d'y installer grues, voies ferrées et hangars.

La partie ouest de la plage, entre le grand mur de quai et les quais du dock du Baron, sera protégée par des enrochements; à la partie est, un mur de quai existant sera restauré et achevé, de façon à servir aux chalands, à l'embarquement direct des bestiaux, etc.

Un travail annexe important doit consister dans la dérivation de la plus grande partie des eaux qui suivent le canal de Las Delicias, envoyées à la mer en dehors du dock, par un tunnel de 2 120 mètres de

longueur (tunnel du Baron). On espère ainsi prévenir les ensablements dans cette partie du port.

Le plan d'ensemble montre encore une série de bassins projetés plus à l'est, vers la Poblacion Portales, mais nous n'insisterons pas sur ces agrandissements destinés aux besoins d'un avenir lointain.

BLOCS FLOTTANTS.

— Pour la construction de la partie supérieure des brise-lames, on aurait pu prévoir l'emploi de blocs artificiels restreints (25 à 30 tonnes) posés au moyen d'une grue flottante ou d'une grue Titan installée à l'extrémité du mur déjà construit. Ce système, employé à maintes reprises dans divers ports, ne serait pas pratique ici; la mer étant souvent trop violente pour le fonctionnement de grues flottantes, et les deux principaux brise-lames étant isolés de la terre, ce qui rend difficile l'emploi de Titans.

Le procédé de construction avec de gros blocs artificiels transportés et immergés après coup à l'endroit voulu n'est pas une innovation; il a déjà été sanctionné par l'expérience dans les ports de Bilbao, Heyst, Bizerte, et sur la côte de Scheveningue (Hollande).

On a considéré comme pression maximum des vagues sur la paroi du brise-lames 30 tonnes par mètre carré; la densité moyenne de la maçonnerie (granit et béton) est évaluée à 2,1 pour la partie inférieure et à 2,4 pour la partie supérieure.

Les calculs de stabilité ont montré que, dans ces conditions, une largeur de 12 mètres à la cote — 10 mètres et une largeur de 10 mètres en couronne étaient plus que suffisantes.

Les brise-lames de Las Habas et de la Douane, dont l'orientation est beaucoup plus avantageuse, puisque les vagues des tempêtes les attaquent sous un angle assez faible, n'auront qu'une épaisseur de 8 mètres à la cote — 10 mètres.

Construction et mise en place des blocs. — Les blocs artificiels auront, pour les brise-lames de Las Habas et de la Douane, une longueur de 22^m 20 (ceux de Bizerte ont 31 mètres) et une section trapézoïdale dont les figures 2 à 8 (pl. XII) donnent les dimensions à différents niveaux. Leur

base sera consolidée par un caisson en fer de 1 mètre de hauteur composé de cinq poutres longitudinales et quinze transversales. Par-dessus ce caisson, rempli de maçonnerie, on élève le bloc en y ménageant trois

grands puits cylindriques P, de dimensions telles que leurs parois résistent, sans avoir besoin d'autre revêtement, à la pression latérale de l'eau pendant le transport et la mise en place. Ces cavités ne suffisant pas à rendre le bloc capable de flotter, on devra le soulager pour son transport, par des caissons flottants amovibles (fig. 6 à 8) qui s'appliqueront sur ses parois. On effectuera d'abord l'accrochage de ces caissons flottants c à leur partie inférieure, sur le caisson B du bloc. L'extraction, au moyen de pompes montées dans les flotteurs eux-mêmes, de l'eau contenue dans leur intérieur donnera lieu ensuite à l'adhérence des caissons contre les parois du bloc; l'extraction de l'eau

contenue entre les caissons et le bloc fera flotter tout l'ensemble.

La figure 8 montre les positions successives d'un flotteur, suivant qu'on augmente son lest d'eau pour l'amener en prise avec le caisson B, ou qu'on pompe pour alléger tout l'ensemble; les flèches montrent la répartition des poussées qui solidarissent les divers engins.

Le remplissage des cavités P se fera en dernier lieu, avec du béton maigre et peu coûteux.

On prévoit 930 mètres cubes de maçonnerie, pesant 2 260 tonnes, 20 tonnes pour le caisson de soubassement et 260 tonnes pour les deux flotteurs, soit 2 540 tonnes à transporter du chantier aux brise-lames. Or, le déplacement de l'ensemble, avec une submersion de 9 mètres, — profondeur des enrochements à la plus basse mer — est de 2 508 mètres cubes, équilibrant 2 570 tonnes, donc largement suffisante. Le poids total du bloc, après remplissage, sera voisin de 3 960 tonnes.

Les brise-lames de la Baja, du Baron, et tous les musoirs seront constitués par des blocs analogues, mais de plus fortes sections que les précédents.

EMBARCADÈRE CONSTRUIT SUR PIEUX A VIS. — L'embarcadère, de 256



Fig. 9. — Vue du mur de quai actuel et du déchargement des allèges au moyen de grues.



Fig. 10. — Exécution de sondages dans la baie de Valparaíso.

mètres de longueur, qui doit former le prolongement du môle fiscal, se trouvera fondé sur un terrain de vase très molle, dont le dragage et la consolidation par des enrochements seraient d'un prix excessif. M. Kraus a compté, ici, faire usage de pieux à vis en béton armé, munis d'un sabot à vis en fonte (fig. 9 à 12, pl. XII).

Ces pieux seront creux, de façon à être transportés flottants; leur diamètre extérieur sera de 1 mètre, et leur diamètre intérieur 0^m 85 environ; à la partie supérieure, leur section sera octogonale.

Quand les pieux seront placés verticalement, ils seront remplis de béton maigre, et réunis par quatre, de manière à former des palées, espacées de 5 mètres en 5 mètres. La poutre horizontale de liaison est placée à la cote +2^m 30.

Des poutrelles perpendiculaires à celle-ci relient les palées entre elles, et forment le support d'un plancher de 0^m 15 d'épaisseur. Enfin, une poutre, placée au-dessus de la première file de pieux, forme la base d'une paroi verticale de 0^m 20 d'épaisseur, qui retiendra la couche de terrain superposée au plancher. Cette paroi est couronnée par une longrine horizontale qui supporte la bordure en pierres de taille.

Des poutres de défense en bois protègent toute cette construction contre la violence des chocs.

BASSIN DE RADoub. — La cale de radoub, destinée à remplacer les docks flottants actuels (fig. 1), se trouvera naturellement bien située dans la plate-forme rocheuse sous-marine, au sud de la Baja, abritée par l'épi du même nom. La longueur de cette cale est provisoirement fixée à 176 mètres, et sa largeur à 31^m 65, avec facilité de l'agrandir ultérieurement; elle offrira un tirant d'eau de plus de 10 mètres au-dessus des tins.

Le bassin sera pourvu de deux bateaux-portes, capables d'être placés dans différentes feuillures, de façon à constituer des compartiments de longueurs variables.

La capacité totale étant de 54 000 mètres cubes, on a prévu des pompes d'une puissance de 750 chevaux, pour le vider en trois heures.

Voies ferrées. — Nous ne nous étendrons pas sur le réseau de voies ferrées, dont toutes les combinaisons ont été étudiées en vue de bien desservir chaque partie du port, avec raccordement aux chemins de fer de l'État, dont la gare principale (Bella Vista) se trouve au centre même du port.

La voie de ces chemins de fer a 1^m 68 de largeur; il existe aussi,

dans l'enceinte de la Douane, des voies de 1 mètre; les voies nouvelles seront de l'un ou l'autre type, suivant leur destination.

Édifices, magasins et hangars, outillage. — Les nombreux édifices magasins et hangars dont l'exécution est prévue, et qui ne présentent pas de particularités spéciales, comprennent: des usines d'énergie, des ateliers pour la cale de radoub, des hangars pour la Douane, des dépôts de charbon, de bois, des édifices pour les chemins de fer, etc.

L'outillage actuel comprend: une petite station hydraulique, douze grues et quinze cabestans de faible puissance, une grue fixe de 45 tonnes sur le môle fiscal (fig. 1), et neuf ascenseurs installés dans les bâtiments de la Douane.

M. Kraus propose d'y adjoindre une installation électrique, qui commanderait une grue de 100 tonnes et un grand nombre d'appareils de levage ou de traction de puissance ordinaire, en même temps qu'elle assurerait tout l'éclairage.

PRIN DE REVIENT ET BÉNÉFICES À ESPÉRER DES TRANSFORMATIONS DU PORT.

— Les travaux dont l'exécution est prévue en premier lieu occasionneraient une dépense de 34 280 000 piastres, dont 24 millions seulement pour le port proprement dit; le reste s'applique à des installations dont les services publics, chemins de fer, marine, douane, etc., profiteront et qui ne doivent pas entrer dans le capital à gager. Les pertes d'intérêt pendant l'exécution feront monter cette dernière somme à 28 millions de piastres.

L'étude économique approfondie qu'a faite M. Kraus des conditions de développement du port l'ont amené à conclure qu'avec des tarifs très modérés, les recettes couvriraient les intérêts d'un capital de 30 millions de piastres, avec un mouvement commercial de 1 million de tonnes.

Quant aux frais d'entretien (y compris les dragages) et d'amortissement (en quarante ans) des ouvrages projetés, il les évalue à 560 000 piastres.

Le projet de M. Kraus est actuellement soumis au Parlement du Chili avec un projet de loi laissant au pouvoir exécutif la faculté de mettre les travaux en adjudication, moyennant paiements échelonnés, ou d'en concéder l'exploitation pendant un nombre d'années limité, avec une garantie du Gouvernement de 5 % du capital engagé.

Ch. DANTIN.

STATISTIQUE

LA RÉPARTITION DES AUTOMOBILES ET BICYCLETTES en France.

(Suite¹.)

PROGRÈS DE LA BICYCLETTE. — L'impôt sur les vélocipèdes dû à l'initiative de M. François Deloncle, il y a aujourd'hui plus de dix ans, a donné le moyen de connaître le nombre de cycles, de tricycles, alors relativement nombreux, et aujourd'hui à peu près disparus, ainsi que des bicyclettes existant, en France, chaque année.

La première année, pendant laquelle la taxe, qui était de 10 francs à ce moment, et qui est aujourd'hui réduite à 6 francs, a été établie; il a été compté 138 000 machines. C'était relativement peu, et cependant chacun avait pu, dès le lendemain de l'Exposition de 1889, constater que le nombre de vélocipèdes et de bicyclettes avait brusquement augmenté.

A la fin de 1893 il y en avait, pour toute la France, 149 000, et en 1894, 188 000; ces chiffres correspondaient à un accroissement de 11 000, puis de 38 000 machines par année. Le nombre des constructeurs était encore relativement restreint.

Il y a aujourd'hui 1 100 000 bicyclettes, soit dix fois plus qu'au moment du premier relevé fait par l'Administration. Au lieu de 2 à 3 pour 1 000 habitants, nous en comptons aujourd'hui 30 pour 1 000, soit plus de 60 bicyclettes contre une voiture automobile. A cette époque, nous parlons du moment de la création de la taxe sur les vélos, les piétons se retournaient encore pour regarder passer un cycliste, et surtout une bicyclette, pédalant dans les rues ou sur les routes... Aujourd'hui, on ne se retourne même plus pour honorer d'un regard les plus beaux véhicules automobiles!

En 1895, le nombre de bicyclettes, vélocipèdes (dont le vrai modèle initial a aujourd'hui disparu) et autres machines, était de 240 000, soit 60 000 de plus que l'année précédente, et l'année qui a suivi, c'est-à-dire en 1896, l'Administration des Contributions directes en taxait 308 000, c'est-à-dire encore 60 000 machines de plus.

A partir de cette année, l'augmentation est encore plus grande, et dépasse 100 000 unités par an. En 1897, il y avait, ou du moins pour être plus exact, figuraient dans les registres des percepteurs de la taxe, plus de 400 000 machines. Sur les 1898, l'Administration, bien avisée,

inflige à chaque cycliste l'obligation de fixer au guidon de sa machine une plaque en métal blanc, destinée à montrer qu'il avait payé l'impôt. Comme conséquence de cette mesure, tempérée d'ailleurs par un abaissement de la taxe (6 francs au lieu de 10 francs) les ateliers de la Monnaie, chargés de la fabrication et de l'estampillage des plaques, n'avaient frappé tout d'abord que 400 000 ou 500 000 plaques. En moins d'un mois, les plaques prévues étaient toutes épuisées et la moitié des vélos qui s'étaient présentés aux guichets de perception, restait encore à doter des plaques réglementaires. Force a été à l'Administration de suspendre momentanément la distribution des plaques, dont le nombre primitif ne suffisait pas aux demandes. Une fois les vélos déclarés et pourvus tous de plaques réglementaires, les rôles de la taxe pour les machines enregistrées accusaient un nombre de 735 541 vélos et bicyclettes. Il y avait donc eu, en une année, un accroissement de 330 000 machines, c'est-à-dire infiniment plus que le nombre de machines nouvelles vendues l'année précédente, malgré une fabrication et une vente des plus actives.

Il est facile de voir là l'effet, nous ne dirons pas de la fraude, mais de l'« oubli » de plusieurs centaines de mille de cyclistes qui avaient négligé de déclarer leurs machines et de payer la taxe.

Nous avons eu la curiosité d'examiner, en passant, comment s'est réparti en France cet « oubli » de déclaration de bicyclettes ordonné par la loi.

Sur 100 machines existantes, 53 avaient été déclarées avant l'obligation du port de la plaque, dans l'ensemble de la France: mais que de variété dans les différentes parties de la France! Sur 100 bicyclettes, dans le département de l'Aube, on en avait déclaré 68, c'est-à-dire plus des deux tiers. A cet égard, l'Aube, et certains départements de la Champagne et de la Bourgogne paraissent avoir consciencieusement déclaré les trois quarts de leurs machines, 65 à 67 % machines dans la Haute-Marne, la Seine-et-Marne, l'Yonne et, dans d'autres parties de la France, la Vendée, les Landes. Venaient ensuite, par ordre de proportion décroissante, la Somme, l'Aude, le Jura.

Mais dans la Seine, le nombre des bicyclettes non déclarées dépassait les deux cinquièmes, soit 44 déclarées pour 100 machines; à Toulouse et dans la Haute-Garonne, à Bordeaux et dans la Gironde, la proportion des bicyclettes circulant sans avoir été déclarées était encore plus forte (41 déclarées pour 100 machines circulant). Mais c'est à Lyon et à Saint-Étienne, dans le Rhône et dans la Loire, pays de la même province, que la surprise du fisc a été grande: 38 % seulement des vélocipèdes avaient été déclarés, dans le Rhône, avant l'obligation de la plaque, et 42 %, dans la Loire.

Sans nous appesantir sur ce sujet, qui n'offre guère qu'un intérêt fiscal, voyons maintenant combien de machines ont été recensées au cours de l'année dernière dans l'ensemble de la France : le nombre des machines, bicyclettes, tandems, quadruplettes, a atteint 1 100 000 en 1903, ce qui accuse une proportion de 30 pour 1 000 habitants, et pour la France sans la Seine, 25 pour 1 000 habitants, soit une bicyclette sur 40 habitants.

Mais avant d'examiner comment se répartissent ces machines dans chaque département, nous allons voir comment se répartissent, par département, les fabricants de vélos en ne mentionnant que les villes et localités où se fabriquent des bicyclettes. Bien entendu, nous laisserons de côté les nombreuses maisons de réparations de bicyclettes (1).

Cela fait 64 manufactures dans 40 départements sans compter celles de Paris et les nombreuses succursales de telle ou telle maison, dans les villes importantes. Comme nous l'avons fait remarquer au début de cette étude, ce n'est pas s'écarter beaucoup de la vérité que d'attri-



Fig. 2. — Répartition des bicyclettes en France.

buer aux produits vendus par ces différentes maisons, en y comprenant les machines importées, une somme de deux cents millions, sinon plus. Nous avons compté les machines importées, mais nous ne comptons pas, à l'actif de la production française les bicyclettes exportées à l'étranger, dont la valeur estimée par la Douane dépasse plusieurs millions.

L'examen de la carte ci-dessus (fig. 2) fournira des renseignements utiles pour l'industrie du vélo, car les fabricants pourront y apprendre dans quels départements la bicyclette n'a pas encore bien pénétré et où ils devront porter leur effort. Il est vrai que l'on pourra objecter, par contre, que plus il y a de cyclistes dans une ville, plus on y vend de bicyclettes : cela est peut-être vrai, mais il convient aussi de ne pas perdre de vue les villes dans lesquelles les futurs cyclistes seront à convertir et à gagner.

(1) Comme nous l'avons fait plus haut pour l'industrie des automobiles, indiquons simplement, sans appuyer sur l'importance de telle ou telle industrie départementale fabriquant la bicyclette, les départements par ordre alphabétique :

Allier (Moulins et Montluçon), Ardennes (Raucourt), Aube (Troyes, Sainte-Savine, Bar-sur-Aube), Bouches-du-Rhône (Marseille), Calvados (Lisieux, Trouville-sur-Mer), Charente (Jarnac), Côte-d'Or (Dijon), Creuse (Auzances), Doubs (Valentigney, Glay, Morteau), Drôme (Romans, Bourg-du-Péage), Eure (Gisors), Gard (Pont-Saint-Espirit, Bagnols, Cèze), Haute-Garonne (Toulouse), Gironde (Bordeaux), Hérault (Montpellier), Ille-et-Vilaine (Rennes), Isère (Grenoble), Jura (Salins), Landes (Tosse), Loire (Saint-Etienne, Saint-Chamond), Loir-et-Cher (Blois), Loire-Inférieure (Nantes), Haute-Loire (Le Puy), Loiret (Orléans, Neuville-aux-Bois), Lot-et-Garonne (Villeneuve-sur-Lot), Maine-et-Loire (Angers, Cholet), Meurthe-et-Moselle (Maxéville), Meuse (Bar-le-Duc), Nord (Lille, Hazebrouck, Raisme, Cambrai, Neuville, Saint-Rémy), Puy-de-Dôme (Clermont-Ferrand), Rhône (Lyon, diverses maisons importantes), Saône-et-Loire (Tournus, Saint-Romain-des-Îles, Igrande, Marcigny), Sarthe (Le Mans), Seine (diverses maisons importantes, dont plusieurs sont succursales de maisons de province), Seine-Inférieure (Rouen, le Havre), Seine-et-Marne (Nemours), Seine-et-Oise (Palaiseau), Deux-Sèvres (Niort, Thouars), Somme (Escarbotin, Amiens), Tarn-et-Garonne (Beaumont-de-Lomagne), Yonne (Sens).

Si nous considérons d'abord le nombre brut des machines circulant dans les différents départements, nous voyons de suite, bien entendu, que la Seine vient sans conteste, au premier rang, avec 250 000 bicyclettes ; nous verrons plus loin que ce n'est pourtant pas dans la Seine qu'il y a, toutes proportions gardées, le plus de machines : c'est en effet dans la Seine-et-Marne et dans la Seine-et-Oise, c'est-à-dire dans la grande banlieue de Paris, que se trouvent le plus de bicyclettes ; il est juste, d'ailleurs, de remarquer que ces bicyclettes se retrouvent le plus souvent circulant à Paris, pour le besoin de leurs propriétaires.

Mais, toujours en chiffres bruts, nous trouvons qu'après la Seine viennent, avec un nombre de 45 000 à 50 000 vélos, le Nord, la Seine-et-Oise ; quatre départements comptent de 20 000 à 30 000 machines : la Gironde, le Rhône, la Seine-Inférieure, la Seine-et-Marne. Nous avons vu tout à l'heure que c'est dans ce dernier département que l'on compte le plus de cyclistes, toutes proportions gardées, bien entendu ; il y a quelques années, c'était dans le département voisin dans l'Aube, que l'on comptait la plus grande proportion de cyclistes. Le pôle du cyclisme s'est donc légèrement déplacé vers l'ouest, si nous osons nous exprimer ainsi.

Comptent de 10 à 20 bicyclettes, vingt-et-un départements, l'Aisne, l'Aube, les Bouches-du-Rhône, la Charente-Inférieure, la Côte-d'Or, l'Eure, l'Eure-et-Loir, l'Indre-et-Loire, l'Isère, le Loir-et-Cher, la Loire-Inférieure, le Loiret, le Maine-et-Loire, la Marne, la Meurthe-et-Moselle, l'Oise, le Pas-de-Calais, la Sarthe, la Somme, les Vosges et l'Yonne.

Nous pourrions donner ainsi la liste des départements d'après le nombre décroissant des bicyclettes possédées, mais ce classement ne montrerait en aucune façon comment se répartit réellement la vogue de la bicyclette dans les diverses parties de la France.

Il convient d'en comparer tout d'abord le nombre au chiffre des habitants : peut-être serait-il plus exact d'éliminer du calcul les femmes, les jeunes enfants et les vieillards, mais outre que le nombre de femmes et d'enfants qui montent à bicyclette devient de plus en plus grand, il serait difficile de déterminer à quel âge un garçon, une fille, ou un homme commencent à pédaler, ou à quel âge un vieillard cesse de le faire et abandonne sa machine. Nous nous bornerons donc à calculer combien il existe de bicyclettes pour 1 000 habitants. La moyenne générale est de 25 bicyclettes pour 1 000 habitants.

Examinons les départements qui possèdent moins que la moyenne : de 20 à 22 vélos pour 1 000 habitants, nous trouvons les Bouches-du-Rhône, la Charente, le Var, la Loire-Inférieure, le Gard ; de 15 à 20 vélos pour 1 000 habitants, l'Aude, l'Indre, les Deux-Sèvres, l'Hérault, l'Ille-et-Vilaine, la Haute-Savoie, la Mayenne, la Vienne, le Tarn-et-Garonne, l'Allier, la Haute-Garonne ; de 10 à 15 vélos pour 1 000 habitants, nous trouvons les Hautes-Alpes, les Hautes-Pyrénées, les Basses-Pyrénées, les Landes, la Vendée, les Basses-Alpes, la Manche, le Tarn, la Dordogne, le Gers, la Savoie et la Loire.

Les départements qui comptent le moins de bicyclettes sont, dans les mêmes régions, pour une moyenne de 5 à 10 machines pour 1 000 habitants, l'Aveyron, le Cantal, la Creuse, l'Ariège, l'Ardèche, le Finistère, le Lot, la Haute-Vienne, les Côtes-du-Nord, le Morbihan, le Puy-de-Dôme, les Pyrénées-Orientales.

Enfin, l'on trouve fort peu de machines, de 3 à 4 pour 1 000 habitants, dans la Corrèze, la Lozère, la Haute-Loire.

La Corse en a encore moins, une pour 1 000 habitants.

D'ailleurs, il faut tenir compte à la fois de la pauvreté des habitants, du nombre de chevaux qu'ils possèdent, et surtout de la configuration du sol et des routes : tel département, très montagneux, mais pourvu de belles routes d'une horizontalité satisfaisante, tel que l'Isère, le Rhône, aura beaucoup de vélos, tandis que les Pyrénées, la Corrèze, en compteront infiniment moins. La topographie du département entre en ligne de compte tout autant que l'état d'aisance des habitants pour la diffusion du cyclisme.

Un coup d'œil jeté sur les cartes (fig. 2 et 4) indiquera encore mieux quelle est l'influence multiple du terrain, de la richesse, du tempérament des habitants, et de la distance de la capitale sur les progrès du sport que nous étudions ici.

Tout le Bassin de la Seine, la partie inférieure de la vallée de la Loire, le cours du Rhône depuis Lyon, le cours de la Garonne depuis Agen, le nord de la France, et enfin les Alpes-Maritimes comptent beaucoup de vélos.

On a recensé de 22 à 26 machines, pour 1 000 habitants, dans l'Aisne, les Alpes-Maritimes, les Ardennes, le Doubs, la Charente-Inférieure, la Gironde, le Lot-et-Garonne, la Haute-Marne, la Meurthe-et-Moselle, le Rhône, la Seine-Inférieure, la Somme, le Vaucluse. La plupart de ces départements comprennent des grandes villes.

Nous comptons encore plus de machines, 26 à 30 vélos pour 1 000 habitants, dans le Maine-et-Loire, la Meuse, le Loir-et-Cher, l'Yonne ; nous nous rapprochons de Paris.

Plus encore de cyclistes circulent, avec une proportion de 32 à 36 pour 1 000 habitants, dans l'Eure, la Côte-d'Or, l'Indre-et-Loire, avec une proportion de 36 à 42 pour 1 000 habitants, dans l'Eure-et-Loir,

le Loiret, la Marne, l'Oise, l'Aube : la zone se resserre autour de Paris; à ajouter dans ce groupe le territoire de Belfort.

Enfin les environs rapprochés de Paris comptent de 60 à 70 cyclistes sur 1 000 habitants : Seine-et-Marne et Seine-et-Oise, ainsi que la banlieue dans la Seine; à remarquer qu'à Paris la proportion des vélos est inférieure à celle que nous constatons dans sa périphérie; cela était à prévoir, c'est la conséquence de l'émigration des Parisiens le plus loin possible du centre de Paris, tout en conservant la facilité de venir circuler à Paris pour leurs affaires.

des bicyclettes, en les considérant par rapport à la superficie des départements, puis par rapport au nombre des habitants; des constatations intéressantes et mêmes utiles à l'industrie pour le placement de ses produits ont été faites à l'occasion. Nous allons maintenant examiner comment se comporte, en fonction de la richesse des habitants, le goût du sport nouveau en France, qui s'est si rapidement développé.

Nous avons étudié autre part ⁽¹⁾ l'évaluation, la consistance et la répartition géographique de la richesse privée : en combinant les résul-

Répartition des automobiles : Proportion par rapport à la population et à la fortune possédée par elle.

	PROPORTION PAR RAPPORT A LA POPULATION			PROPORTION PAR RAPPORT à la fortune possédée			PROPORTION PAR RAPPORT A LA POPULATION			PROPORTION PAR RAPPORT à la fortune possédée	
	POPULATION	Nombre d'auto- mobiles	pour 100.000 habit.	Nombre de millions	par milliard		POPULATION	Nombre d'auto- mobiles	pour 100.000 habit.	Nombre de millions	par milliard
Ain	350 416	128	36	1 280	100	Lozère	128 866	2	1,6	323	6
Aisne	535 583	300	56	3 430	87	Maine-et-Loire	344 658	246	48	2 410	102
Allier	424 024	155	36,6	1 740	89	Manche	494 372	85	17,3	2 422	35
Alpes (Basses-)	145 021	43	11	271	48	Marne	432 882	363	84	3 050	119
Alpes (Hautes-)	109 540	20	18	193	103	Marne (Haute-)	226 545	95	42	860	111
Alpes-Maritimes	293 213	334	114	1 475	227	Mayenne	313 103	70	22,3	1 325	53
Ardèche	353 564	86	23,3	754	114	Meurthe-et-Moselle	484 722	252	52	2 625	96
Ardennes	315 589	152	48	1 690	91	Meuse	283 480	131	46,3	1 292	101
Ariège	210 527	16	7,6	355	45	Morbihan	563 468	59	10,5	1 449	51
Aube	246 163	229	93	1 470	156	Nièvre	323 783	104	32,2	1 312	79
Aude	313 531	153	49	1 210	127	Nord	1 866 994	639	34,3	8 875	72
Aveyron	382 074	55	14,3	905	61	Oise	407 808	317	78	3 480	91
Bouches-du-Rhône	734 347	507	69	2 780	183	Orne	326 952	139	42,7	1 910	73
Calvados	410 178	196	47,9	2 900	67	Pas-de-Calais	955 391	323	34	4 080	79
Cantal	230 511	17	7,4	770	22	Puy-de-Dôme	544 194	167	30,7	1 539	109
Charente	350 305	121	34,5	1 520	79	Pyrénées (Basses-)	426 347	107	25,1	1 555	69
Charente-Inférieure	452 149	124	27,4	1 540	83	Pyrénées (Hautes-)	215 546	41	19,1	539	76
Cher	315 543	132	38,2	1 419	111	Pyrénées-Orientales	212 121	68	32,2	692	98
Corrèze	318 422	20	6,3	633	31	Territoire de Belfort	92 304	93	101	500	180
Corse	295 589	3	1	86	33	Rhône	843 179	509	60,4	5 480	93
Côte-d'Or	361 626	198	54,7	2 000	114	Saône (Haute-)	266 605	103	38,6	800	129
Côtes-du-Nord	609 349	60	10	1 739	30	Saône-et-Loire	620 360	241	39	2 270	106
Creuse	277 831	47	17	712	66	Sarthe	422 699	275	65	1 964	149
Dordogne	452 951	91	20	1 180	77	Savoie	254 781	52	20,4	650	80
Doubs	298 864	215	72	945	228	Savoie (Haute-)	263 803	31	11,7	572	54
Drôme	297 321	144	48,5	833	173	Seine	3 669 930	4 510	123	54 300	83
Eure	334 781	338	102	2 770	122	Seine-Inférieure	853 883	590	69	6 540	90
Eure-et-Loir	275 433	203	73,7	2 070	98	Seine-et-Marne	358 321	429	120	3 000	143
Finistère	773 014	99	12,8	2 050	48	Seine-et-Oise	707 325	1 146	162	6 730	170
Gard	420 836	198	47	1 360	146	Sèvres (Deux-)	342 474	125	36,5	1 500	84
Garonne (Haute-)	448 481	118	26,3	1 545	76	Somme	537 848	330	61,4	3 000	110
Gers	238 448	76	32	772	98	Tarn	332 093	95	28,6	958	101
Gironde	821 431	359	43,9	4 320	83	Tarn-et-Garonne	195 669	39	20	585	66
Hérault	489 421	214	43,8	2 130	101	Var	326 949	169	51,8	996	170
Ille-et-Vilaine	613 567	144	23,4	2 320	62	Vaucluse	236 381	154	63,8	872	173
Indre	288 788	100	34,6	1 093	91	Vendée	441 311	95	21,5	1 390	68
Indre-et-Loire	335 541	271	81	2 030	134	Vienne	336 343	137	40,8	1 265	108
Isère	568 693	248	43,7	2 000	124	Vienne (Haute-)	381 753	76	19,8	1 293	60
Jura	261 288	101	38,7	845	119	Vosges	421 104	199	47,2	1 610	123
Landes	294 586	52	17,8	632	82	Yonne	321 062	175	54,5	1 795	98
Loir-et-Cher	275 338	191	69,4	1 366	140						
Loire	647 633	272	42	2 230	122	France Total	38 964 945	19 886	51	212 800	93
Loire (Haute-)	314 058	23	8,9	755	37						
Loire-Inférieure	664 971	216	32,5	2 385	91	Paris	2 714 068	"	"	"	"
Loiret	366 660	244	66,5	2 950	83	Seine sans Paris	955 862	"	"	"	"
Lot	226 720	18	7,9	477	38						
Lot-et-Garonne	278 740	102	36,7	929	110	TOTAL sans la Seine . . .	35 592 615	15 376	43	158 560	97

Que conclure de ce classement ? c'est que le cyclisme est surtout dirigé par les grandes villes et qu'il occupe principalement en France le Bassin de la Seine et la banlieue de Paris.

La carte n° 2 pourra être, de plus, utilement consultée par les maisons de vente et leurs voyageurs, afin de pouvoir élargir le centre de leurs opérations et restreindre autant que possible la partie de la France où n'a pas encore pénétré le cyclisme.

AUTOMOBILISME ET CYCLISME, EN FONCTION DE LA RICHESSE. — Nous venons d'exposer la répartition géographique des automobiles, puis

tats de cette enquête, qui attribue à chaque département le montant de la fortune qui lui revient dans la fortune générale de la France, avec les données du recensement des automobiles et bicyclettes, nous allons tirer un certain nombre d'observations qui, nous l'espérons, ne seront pas sans intérêt.

Le montant total de la fortune privée, en France, est, d'après nos calculs, de 200 milliards; comme nous comptons 20 000 automobiles,

⁽¹⁾ *Évaluation de la fortune privée en France et à l'étranger*, in 8°, Paris, librairies Guillaumin et Larocq, 1904.

cela fait juste 100 automobiles pour un milliard possédé par les habitants. Un simple calcul indiquerait, d'ailleurs, mais cela sortirait de notre sujet, que la fortune moyenne de chaque habitant est de 5 000 francs.

Mais ce calcul si simple, indiquant que l'on compte 100 automobiles par milliard, faisons-le pour chacun des départements; nous trouverons un classement intéressant. Bien entendu, un certain nombre de départements n'atteignant pas un milliard comme fortune privée, on pourra trouver, pour ces départements, une proportion pour ainsi dire fictive et supérieure au nombre brut des voitures automobiles existant dans ces départements. C'est ainsi que, par exemple, la Lozère, qui n'a que deux automobiles, en accuserait six en proportion d'un milliard; c'est dire que la fortune de la Lozère constitue le tiers d'un milliard. De même le Finistère, qui possède 2 milliards, et les Basses-Alpes, qui ne possèdent que 270 millions, offrent le même nombre d'automobiles, toutes proportions gardées, c'est-à-dire leur fortune étant chacune ramenée à un milliard; semblable observation pour la Manche et pour la Corrèze, qui n'ayant pas la même fortune ni le même nombre d'automobiles, ont cependant la même proportion d'automobiles, pour un milliard de fortune possédée.

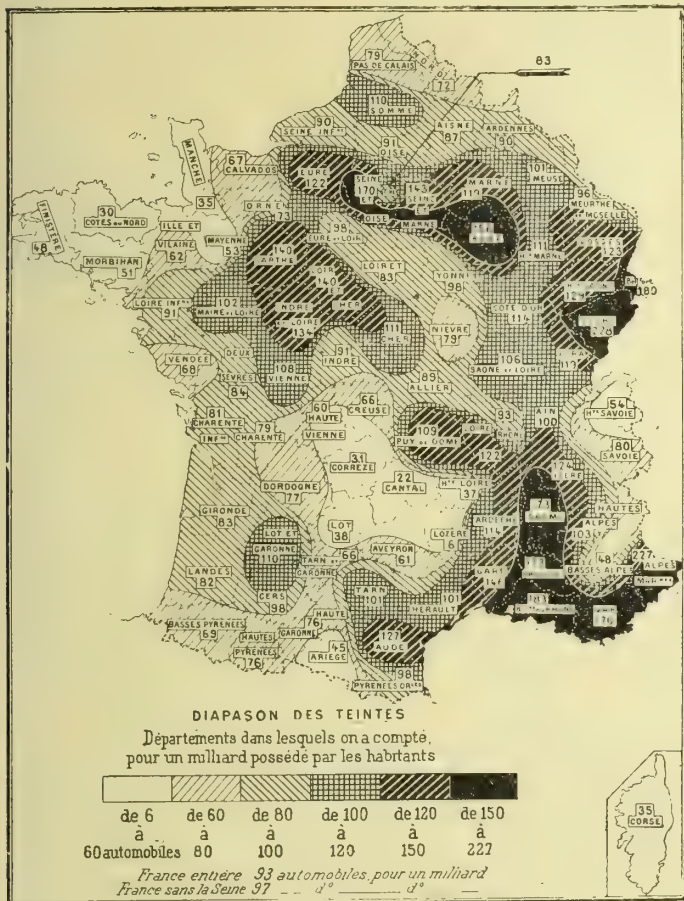


Fig. 3. — Répartition des automobiles par rapport à la fortune dans les différents départements.

Ceci étant dit, voici comment se groupent les départements, d'après le nombre de leurs automobiles, comparé à la fortune possédée par eux, mais ramenée à un chiffre uniforme et comparable d'un milliard :

Le département qui en possède le moins, eu égard à sa fortune, est la Lozère, 6 par milliard; puis viennent, pour une fortune ramenée à un milliard, comme il vient d'être dit, un nombre de 20 à 40 automobiles dans le Cantal, la Corrèze, le Lot, la Haute-Loire, d'une part : ceci caractérise bien l'état du Massif Central, par rapport à l'automobilisme; et, d'autre part, les Côtes-du-Nord, la Manche, le Finistère, le Morbihan : on voit que la Bretagne et régions environnantes n'ont pas encore beaucoup sacrifié à l'automobilisme. On compterait de même, pour un milliard de francs possédés, 53 automobiles dans la Mayenne, de 60 à 70 automobiles dans l'Ille-et-Vilaine, puis dans d'autres parties de la France, le Calvados, l'Aveyron, la Haute-Vienne, la Creuse, l'Aveyron, le Tarn-et-Garonne, les Basses-Pyrénées, la Vendée.

Une remarque à faire, qui étonnera fort : c'est que la Seine, qui compte tant d'automobiles, est au-dessous de la moyenne, 83 par milliard, ainsi que le Rhône, 93 automobiles pour un milliard possédé; cela tient à ce que la fortune est si grosse dans ces départements que, répartie à côté du nombre des automobiles, ces derniers se trouvent en proportion plus faible que dans bien d'autres départements. Voyons, en effet, les départements qui possèdent plus d'automobiles que n'accuse leur richesse : le Doubs, 228 automobiles pour

un milliard; ce qui doit provenir, naturellement, de ce que ce département fabrique lui-même l'automobile et est mieux placé pour l'apprécier et pour se le procurer; nous en dirions autant pour le territoire de Belfort, qui est voisin du Doubs. Autre cause est à trouver de la multiplicité des automobiles dans les Alpes-Maritimes (227 automobiles pour un milliard), dans les Bouches-du-Rhône, dans le Var, dans le Vaucluse, dans la Drôme : ici se constate un véritable goût, un engouement pour l'automobilisme, qu'il est intéressant de faire remarquer.

D'autre part, autour de Paris, dans les départements de Seine-et-Oise, de Seine-et-Marne, de l'Aube, se distingue un goût très marqué pour l'automobile. Il est, du reste, très facile dans ces départements de se rendre à Paris, lorsqu'on possède une voiture automobile, et cette circonstance entre pour beaucoup dans ce goût de l'automobile.

Mieux encore que cette liste, qui indique le classement des départements d'après leur goût pour l'automobilisme, une carte montrerait la répartition de l'automobile, en fonction de la richesse de leurs propriétaires. Dans cette carte, nous avons inscrit ces coefficients : tant d'automobiles pour un milliard possédé par les habitants de chaque département, et nous avons assimilé ces coefficients comme des cotes de hauteur d'un terrain, et nous avons, pour ainsi dire, dressé une carte en relief, figurée d'après le goût de l'automobilisme, en fonction de la richesse (fig. 3).

Les régions où circulent le plus d'automobiles par rapport à la fortune ambiante sont à l'Est de la France, le Doubs et le territoire de Belfort, puis le long de la vallée de la Seine, puis dans un groupe formé par la Sarthe, l'Indre-et-Loire, le Loir-et-Cher : il y a là un grand nombre de châteaux qui ont acquis des automobiles. Dans une autre partie de la France, nous remarquons toute la vallée inférieure du Rhône, depuis Vienne jusqu'à la Méditerranée, ainsi que les départements baignés par la Méditerranée : les Bouches-du-Rhône, le Var, enfin et surtout, les Alpes-Maritimes.

Le Massif Central, l'Ouest de la France, Bretagne et partie de la Normandie, les Alpes et les Pyrénées se distinguent, à égalité de fortune (fortunes ramenées, quelles qu'elles soient, à un milliard) par le très faible nombre d'automobiles circulant sur leurs routes. Une grande partie de la France est encore à conquérir par l'automobile.

Examinons maintenant comment se comporte la bicyclette, dans les différentes parties de la France, par rapport à la fortune possédée par l'habitant. Mais au lieu de comparer le nombre des vélos à un milliard, comparaison qui semblait nécessaire pour les automobiles, nous allons simplement comparer le nombre de bicyclettes infiniment plus élevé, à un million de fortune possédée par les habitants.

Pour un million de fortune combien y a-t-il de vélos?

La moyenne générale est, pour toute la France, de 4 vélos pour un million. Possèdent 5 à 6 vélos, pour un million : l'Ain, les Bouches-du-Rhône, le Cher, l'Indre-et-Loire, le Loir-et-Cher, la Marne, le Maine-et-Loire, la Haute-Saône, la Saône-et-Loire, la Haute-Savoie, la Seine-et-Oise, les Vosges, l'Yonne, et dans le Midi, le Var; c'est-à-dire surtout une région englobant tout l'Est de la France, de la Haute-Savoie aux Vosges, en y comprenant la Bourgogne, la Champagne, l'Île-de-France.

Possèdent 6 à 7 vélos pour un million, la Charente-Inférieure, le Lot-et-Garonne, au Sud-Est; le Vaucluse dans le Midi; et dans l'Est, le Jura, la Meuse, la Haute-Marne, la Seine-et-Marne.

Possèdent 7 à 8 vélos, toujours pour un million : l'Aube, la Côte-d'Or, le Doubs, le territoire de Belfort, c'est-à-dire tout l'Est, encore plus accentué que dans les groupes qui précèdent, et au Midi, le département de la Drôme.

Ainsi, voilà la constatation que nous cherchions; elle est intéressante : la Drôme et le Vaucluse au Midi, la Charente-Inférieure et le Lot-et-Garonne au Sud-Ouest étant mis à part, la proportion des personnes qui ont consacré la plus forte somme, eu égard à leur fortune, se trouve dans l'Est, sur une région déterminée par un triangle allant de la Meuse à la Seine-et-Oise, de là à la Haute-Savoie, de là aux Vosges.

Et parmi ces départements, ceux qui dépensent le plus en achats de bicyclettes forment une bande étroite et continue de Belfort à Versailles, en passant par le Doubs, la Côte-d'Or, l'Aube, la Seine-et-Marne.

Faut-il attribuer le goût du cyclisme, ainsi démontré, de cette zone spéciale, que nous venons de dessiner, à la présence d'usines fabriquant la bicyclette, à l'influence qui ne manque pas de rayonner autour d'industriels bien entourés, bien secondés, notamment dans le Doubs? Il y aurait beaucoup à dire sur ce sujet, mais nous ne sommes pas éloigné de penser que l'Est de la France a mis en honneur l'automobile et la bicyclette pour trois raisons à la fois : le succès des fabricants qui y ont établi leurs manufactures, le goût des jeunes gens pour le cyclisme, et la pénurie de chevaux...

A remarquer également, comme pays dans lequel la bicyclette est en honneur, la vallée de la Loire, de la Nièvre à la mer, la vallée de la Garonne, depuis les Pyrénées jusqu'à la mer, la vallée du Rhône, depuis Lyon jusqu'à la mer, avec épanouissement du goût de ce sport tout le long de la Méditerranée. Nous avons constaté le même phénomène, que nous oserions presque qualifier de géographique, pour l'au-

tomobilisme; il semblerait donc que les progrès de ce dernier sport, l'automobile, sont auparavant préparés par les progrès de la bicyclette, celle-ci amenant cellé-là et plus naturels à développer dans les vallées des fleuves.

A remarquer que la Corse, ordinairement la dernière de nos listes sous les divers points de vue, et dans laquelle il y a si peu de vélos, occupe cependant un bon rang lorsque nous comparons le nombre de ses bicyclettes à la fortune possédée par ses habitants: 3 vélos pour un million de francs; cela tient tout simplement à l'extrême faiblesse de la fortune desdits habitants.

Nous avons pensé qu'il était intéressant d'appeler l'attention des lecteurs sur ce fait, complètement ignoré, de l'influence de la richesse

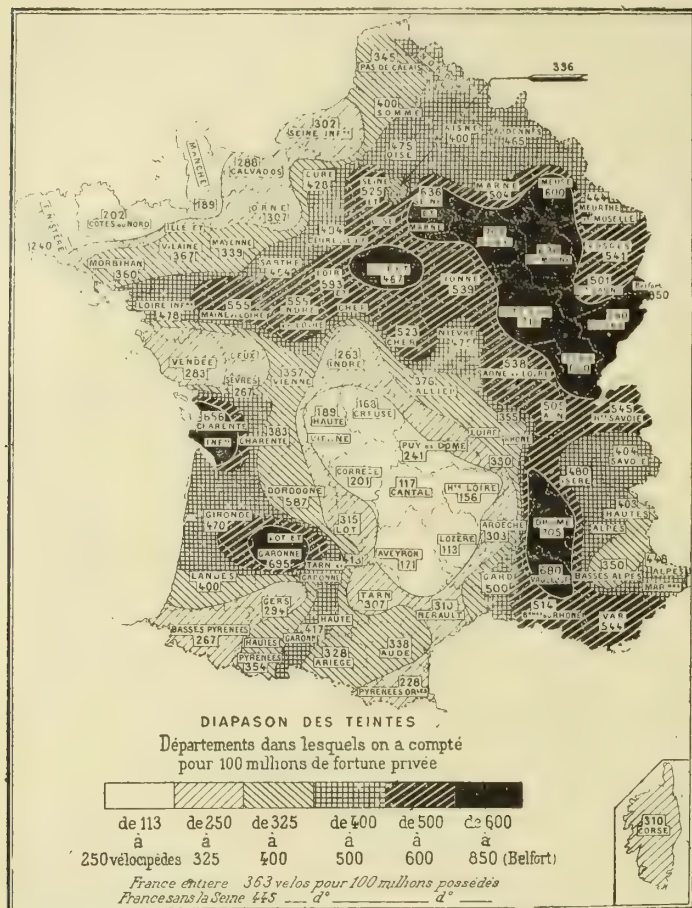


Fig. 4. — Répartition des bicyclettes par rapport à la fortune dans les différents départements.

des gens sur le goût du cyclisme. Cette influence varie du simple au décuple, suivant le département ou suivant la ville: Cantal ou Lozère, qui ne marquent qu'une bicyclette par million possédé, alors que dans la périphérie de Paris et des grandes villes, et aussi dans le Doubs et le territoire de Belfort, 8, 9, et 10 machines pour un million possédé.

La carte ci-dessus montrera, mieux encore que nos démonstrations, le phénomène économique et sportif dont nous avons parlé; elle montre, elle fait toucher du doigt quels sont les points de la France qu'il conviendrait, aux fabricants et aux commerçants spéciaux de l'automobile et de la bicyclette, de désigner à leurs voyageurs, en vue d'une propagande utile.

Grosso modo, ces régions sont composées par les départements qui s'étendent de la Haute-Vienne à la Haute-Loire, à l'Aveyron, à la Corrèze, c'est-à-dire sur tout le Massif Central, et, au Nord-Ouest, la plus grande partie des départements bretons et normands.

(A suivre.)

V. TURQUAN.

MÉCANIQUE

NOUVEAU SYSTÈME DE TRANSMISSION PNEUMATIQUE pour lettres et petits colis.

Les applications de l'air comprimé ou raréfié à la transmission des messages ou des marchandises légères existent depuis longtemps déjà dans certaines villes et dans les grands magasins; néanmoins l'emploi de la transmission pneumatique est encore relativement restreint, ce qui tient aux principales causes suivantes: le poids et les dimensions des objets à transporter sont trop faibles; les distances des postes

extrêmes sont trop petites; les frais d'exploitation sont trop élevés.

Dans le procédé que nous allons décrire, d'après l'*Iron Age*, on a cherché à éviter ces inconvénients. Ici la pression atmosphérique ne s'exerce sur le convoyeur que pendant le temps nécessaire au trajet d'un poste à l'autre; automatiquement, dès que le parcours est effectué, la communication avec l'air libre est interrompue; de plus, la dépression de l'air dans la canalisation est réglée automatiquement par un régulateur spécial du vide; enfin, toutes les manœuvres, sauf celle d'un levier, au départ, sont absolument automatiques.

Bien que le principe soit le même dans les deux cas, nous étudierons successivement deux types d'installations faites en vue de besoins tout différents; l'une s'appliquant à un grand magasin, par exemple, l'autre faisant un service urbain.

TRANSMISSION ENTRE LES DIVERS SERVICES D'UN MÊME ÉTABLISSEMENT.

— La figure 1 représente un des postes d'une installation faite en vue de transporter rapidement des espèces monnayées entre les différents comptoirs et la caisse centrale d'un grand magasin. Plusieurs installations semblables existent déjà aux États-Unis. Les organes essentiels sont peu nombreux, leur fonctionnement est extrêmement simple.

Deux tubes A et B (fig. 1) jouent le rôle de voies montante et descendante et l'extrémité arrivée de chacun d'eux est reliée avec le récipient d'une pompe à air. Du côté du départ se trouve une valve V manœuvrée par une tige, non représentée sur la figure, qui suit les mouvements du piston du cylindre C; un régulateur spécial du vide détermine automatiquement l'arrêt ou la mise en marche des machines pneumatiques.

Au repos, la valve V est fermée; elle produit un joint hermétique évitant toute rentrée d'air dans la canalisation; de plus, le piston du cylindre C est à fond de course inférieure; sa face supérieure reçoit la pression atmosphérique, l'autre celle du vide partiel.

Dès que la caisse cylindrique contenant les objets à expédier est introduite dans l'orifice O, elle produit le déclenchement d'un déclit qui renverse les communications dans le cylindre C; la partie supérieure est alors mise en communication avec le vide, tandis que l'inférieure est soumise à la pression atmosphérique. Le piston s'élève et, par l'intermédiaire de la tige, ouvre la valve V, mettant ainsi en communication la partie inférieure du tube d'expédition avec la canalisation du vide. Le convoyeur est alors poussé par la pression atmosphérique, traverse le passage laissé libre par l'ouverture de la valve V et chemine ensuite vers sa destination.

Quand le convoyeur est au delà de la valve V, la partie inférieure du tube A est remplie d'air atmosphérique arrivant lentement par le tube t fixé au sommet du cylindre C. Le piston descend donc graduellement; le rapport des diamètres des tubes t et T est calculé de façon que le piston soit à fond de course quand le convoyeur est à destination. Le mouvement ralenti de descente de ce piston entraîne la fermeture progressive de la valve; cette fermeture est complète quand le parcours est effectué. A ce moment, toutes les pièces de l'appareil sont revenues à leurs positions initiales et la pompe qui est réglée dans ses mouvements par le régulateur automatique du vide peut aspirer l'air de la canalisation.

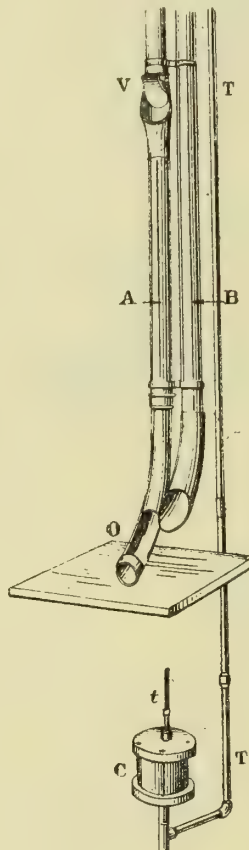


Fig. 1.

Poste expéditeur-récepteur d'une petite installation.

Sur le tube qui met en communication l'extrémité arrivée du tuyau A avec la pompe, est branchée une dérivation débouchant sur le fond supérieur du régulateur de vide. Ce régulateur se compose d'un cylindre renfermant un piston relié au fond inférieur par un ressort à tension réglable; les mouvements de ce piston sont transmis à l'embrayage de la pompe. Après le passage d'un convoyeur, la canalisation est remplie d'air atmosphérique dont la pression s'exerce sur la face supérieure du piston; celui-ci est en outre attiré vers le bas par le ressort; ce mouvement produit l'embrayage de la pompe et le rétablissement du vide partiel. L'effet inverse se produit lorsque, après un certain temps de fonctionnement de la pompe, il y a équilibre entre la pression atmosphérique d'une part, et, d'autre part, la somme des efforts dus au vide partiel et à la tension du ressort. La dépression a alors atteint le degré fixé, le piston est refoulé vers le haut et la pompe s'arrête.

En résumé, l'opérateur n'a qu'une seule manœuvre à faire: engager

le convoyeur dans la canalisation. L'ouverture et la fermeture de la valve se font automatiquement au moment précis où ces mouvements s'imposent, ainsi que le débrayage et l'embrayage de la pompe.

Dans les appareils de cette catégorie, le vide nécessaire est relativement très réduit : 0^{mm} 087 de raréfaction par centimètre carré suffisent pour un bon fonctionnement.

TRANSMISSION SOUTERRAINE A GRANDE DISTANCE. — La figure 2 est un schéma d'une installation complète de ce genre. Pour éviter le déplacement des colonnes d'air trop longues qui offrent une résistance considérable, les lignes sont sectionnées en longueurs variant de 2 à 5 kilom. selon le diamètre des canalisations; entre deux sections consécutives est disposé un relais fonctionnant automatiquement. On a ainsi paré aux obstacles qui empêchaient l'extension des anciennes transmissions pneumatiques.

Chacune de ces installations se compose de trois parties essentielles : le poste d'expédition, un ou plusieurs relais, le poste de réception.

Poste d'expédition. — Un auget A, muni d'un couvercle à charnières, est destiné à recevoir le convoyeur; les tôles supérieure et

Dès que le convoyeur a passé le tuyau d'aspiration S, la valve V_1' se lève pour le laisser passer et se referme aussitôt; la première section est donc isolée, de l'air atmosphérique par la fermeture de V et de V'' , et de la deuxième section par la fermeture de V_1' . Le clapet V_1 se lève, pousse le heurtoir h_1 qui ouvre la valve à air v_1 d'où renversement des communications dans le cylindre C_1' dont le piston est poussé rapidement à la partie supérieure. Le mouvement d'ascension de ce piston soulève la valve à air V_1'' .

Le convoyeur est lancé vers le relais suivant où vers le poste destinataire; la trappe V_1 s'est abaissée derrière lui en refermant v_1 . L'ouverture du robinet r_1 est telle que le piston arrive en bas, c'est-à-dire que la valve V_1' est refermée, quand le convoyeur est à destination.

Poste de réception. — Après avoir passé le dernier tuyau d'aspiration S_1 , le convoyeur soulève la valve qui y fait immédiatement suite, puis celle-ci se referme aussitôt de telle façon que la section qui vient d'être parcourue est isolée et que le vide partiel peut s'y rétablir sous l'influence du régulateur de vide.

En remontant un plan incliné, le convoyeur réduit sa vitesse qui

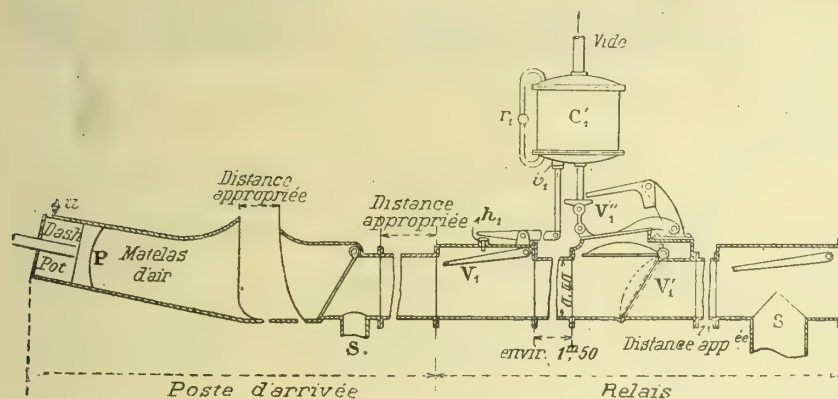
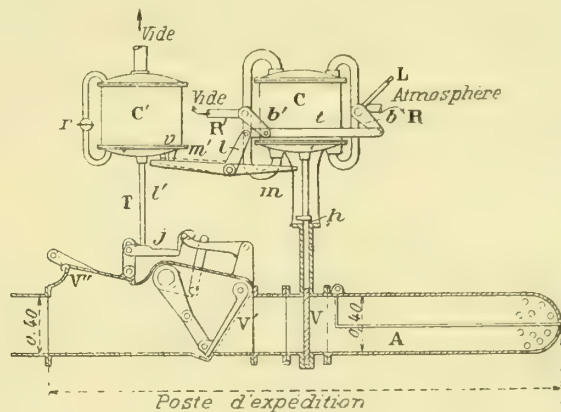


FIG. 2. — Schéma d'une installation importante avec relais.



d'extrémité de cet auget sont perforées pour laisser rentrer l'air quand le couvercle est fermé.

Au repos, les divers organes constituant l'appareil occupent les positions respectives suivantes : le piston du cylindre C est à fond de course inférieure, les robinets à trois voies R et R', commandés par deux biellettes b et b' articulées sur le même levier, occupent la position indiquée sur la figure. Dans ces conditions, l'air atmosphérique presse sur la face supérieure du piston, tandis que la face inférieure est en communication avec l'air raréfié.

Aussitôt que l'opérateur a mis en place le convoyeur et fermé le couvercle de l'auget, il presse sur le levier de départ L; cette manœuvre, la seule nécessaire, a les effets suivants : les deux robinets à trois voies R et R' sont renversés, l'air atmosphérique arrive à la partie inférieure du cylindre C et, le vide partiel s'exerçant au-dessus du piston, celui-ci est poussé de bas en haut; dans son mouvement d'ascension, il entraîne la valve V qui se lève complètement.

Le prolongement de la tige de connexion t des deux biellettes b et b' actionne le bras l d'un levier dont l'autre partie l' vient déclencher le doigt j qui retenait la valve V'. Cette valve qui n'est plus retenue se lève sous la poussée du convoyeur et retombe après son passage. Pendant ce temps, le heurtoir h , fixé sur la tige de la valve V, s'est élevé et a heurté l'une des branches du levier mm' (la seconde branche m' étant en partie cachée par le bras l' du levier l est indiquée en pointillé). La valve v du cylindre C' est alors ouverte, le piston de ce cylindre, dont la partie supérieure est en communication avec le vide, est lancé de bas en haut; dans ce mouvement d'ascension, par l'intermédiaire d'un autre levier, la tige T de ce piston ouvre la valve à air V''. A ce moment, la valve V' est retombée, l'air entre par V'' et pousse le convoyeur vers le relais.

Tous ces mouvements ont été automatiques et presque instantanés; l'opérateur relève alors le levier L et les effets inverses se produisent : le piston C redescend rapidement refermant la valve V dont le heurtoir h dégage le levier mm' laissant la valve à air v se refermer. Le robinet r rétablit lentement les communications entre les deux parties du cylindre C'; son ouverture est calculée de façon que le piston soit redescendu à fond de course quand le convoyeur est arrivé au relais.

A ce moment, la valve à air V'' est refermée, la première section de la canalisation n'est plus en communication avec l'air atmosphérique et, par le tuyau S qui va à la pompe, le degré de vide fixé se rétablit. Ce vide est réglé au moyen du régulateur automatique décrit précédemment.

Poste de relais. — Le poste de relais est une reproduction, avec très peu de modifications, de la partie gauche du dispositif adopté au départ.

est annulée par l'amortisseur à piston P; le robinet u permet de régler la compression dans le coussin d'air du cul-de-sac terminus. Le convoyeur redescend la pente et arrive sur la table de réception.

Des essais de ce nouveau système ont paru assez satisfaisants pour qu'une application en fût faite immédiatement à l'Exposition de Saint-Louis. La municipalité a autorisé la Compagnie concessionnaire du brevet à installer un service de transport pneumatique souterrain entre la station centrale de la ville et le pavillon des transports à l'Exposition. La distance entre les postes extrêmes est de 7^{km} 5; plusieurs catégories de canalisations seront posées afin de permettre le transit d'objets variant des dimensions de la lettre à celles des gros colis; une vitesse de 100 kilom. à l'heure est prévue. Pour l'économie du système et la rapidité des transports, il y a toujours intérêt à convoyeur séparément les colis de différentes grosseurs dans des conduites distinctes et de diamètres différents.

Le devis d'installation se monte à 2 500 000 francs; la Ville qui accorde seulement le droit de poser les canalisations recevra de ce fait 5 % des recettes brutes. Un tel essai, fait sur une aussi grande échelle, permettra de mieux juger de la valeur de ce système et de son application possible aux services d'une grande ville.

Avec une canalisation de 0^m 400 de diamètre et une dépression de 150 millimètres de mercure, on pourrait, paraît-il, transporter des charges de 250 kilogr. à des vitesses variant entre 150 et 200 kilom. à l'heure.

P. R.

VARIÉTÉS

Baromètre altimétrique enregistreur de poche.

Les baromètres anéroïdes portatifs, employés pour la mesure des altitudes, avaient, jusqu'ici, l'inconvénient de ne pas garder trace des variations d'altitude observées. M. Périllat, constructeur à Paris, vient d'imaginer un nouveau baromètre altimétrique de poche, pour lequel cet inconvénient n'existe pas. Cet appareil donne, sur une feuille de papier quadrillé, la courbe représentative des différentes altitudes du chemin parcouru par l'opérateur, en fonction du temps. Il peut donc, en même temps, remplacer la montre. Malgré ces avantages, l'instrument reste très portatif, exact et facile à régler.

L'ensemble forme un tout très compact (fig. 4), et se place dans un étui qui a la forme et les dimensions d'un portefeuille ordinaire.

Le mécanisme proprement dit (fig. 3) est enfermé, à la façon d'une

montre, dans une cuvette de protection, qui ne laisse apercevoir que les têtes carrées des axes de réglage ou de remontage.

Au droit de la feuille de papier sur laquelle la courbe s'inscrit, se trouve une glace extérieure, permettant de consulter l'appareil sans qu'il soit nécessaire de l'ouvrir.

L'instrument fonctionne également bien dans toutes les positions.

La figure 1 est une vue en plan des différents organes de l'instrument. La figure 2 est la vue de ces mêmes organes en élévation. Les figures 3 et 4 sont à l'échelle demi-grandeur.

L'appareil se compose de trois parties principales :

1° Un baromètre, composé de boîtes à vide, *a*, genre Vidi, dont les déformations élastiques se transmettent, par le levier *b*, à un index *c*. Une pièce mobile *d* est constamment tenue, par un contrepoids *e*, en contact avec l'index, dont elle suit les mouvements. Elle porte, en outre, une tige verticale terminée par l'aiguille *h*, laquelle prend, sous la conduite de l'index *c*, des directions différentes, quand la pression varie.

Les masses du levier et de l'aiguille *h* sont équilibrées par un poids *i*, et, grâce à un ressort en spirale, le doigt *g* est ramené constamment en contact avec la tige *f*. La position de l'aiguille peut être réglée au moyen de la vis *a'* de mise au point, faisant monter ou descendre le ressort *b'*.

La plume qui termine l'aiguille est constituée par deux lames triangulaires réunies par leurs pointes.

2° Un mouvement d'horlogerie *j*, entraînant une roue à rochet *k*. Cette roue tourne d'une dent pendant un intervalle de temps déter-

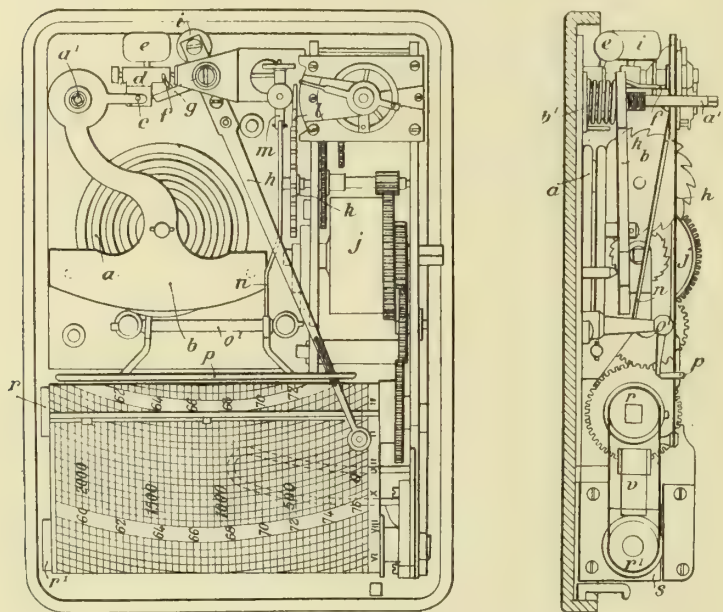


FIG. 1 et 2. — Plan et coupe du mécanisme.

miné. Sur cette roue, appuie un cliquet mobile *l*, muni d'une chape *m*, sur laquelle s'articule une bielle *n*, reliée à un levier coudé à axe horizontal *o*. Les dents de *k* se succèdent devant le cliquet toutes les deux minutes, en produisant la rotation du levier coudé *n*. Avec ce levier fait corps un cadre *p*, portant deux longues tiges horizontales, entre lesquelles passe l'aiguille *h*, qui est ainsi immobilisée. La plume ne porte donc pas sur le papier quand elle vibre sous l'action des trépidations ou chocs accidentels, elle vient buter contre ces deux tiges qui l'en tiennent éloignée.

Lorsque le cliquet repose dans le creux d'une dent de la roue *k*, l'aiguille porte sur la tige supérieure du cadre *p*, qui s'en éloigne au fur et à mesure que le cliquet remonte sur la dent, mais il ne la quitte que lorsque le cliquet est sur le point de pénétrer dans le creux de la dent suivante; à ce moment, l'aiguille occupe le milieu de la distance entre les deux tiges du cadre, et est libre de suivre l'impulsion du baromètre. Le plat ménagé au sommet de chaque dent a pour effet de laisser à l'aiguille le temps nécessaire pour se déplacer horizontalement s'il y a lieu.

3° Les organes d'entraînement du papier, qui se composent de deux cylindres *r*, *r'*; l'un, *r'*, est fou sur son axe, l'autre est commandé par le mouvement d'horlogerie.

Le cylindre *r'* est, en outre, solidaire d'une coulisse *s*, qu'un levier extérieur permet de déplacer, pour tendre ou détendre le papier. Un ressort *v* rappelle automatiquement le cylindre *r'* dans la position pour laquelle le papier se trouve tendu.

Les feuilles d'enregistrement portent trois graduations : les pressions, les altitudes correspondantes à ces pressions et les temps.

Il faut avoir soin, au moment de la mise en service, de faire coïncider l'heure marquée par la plume sur le papier, avec l'heure locale,

ce qu'on réalise en tournant avec une clef le cylindre *r*, lequel est à frottement sur son axe.

L'appareil est réglé en tenant compte des variations de température avec l'altitude. Il est supposé à la température de 20 degrés au niveau

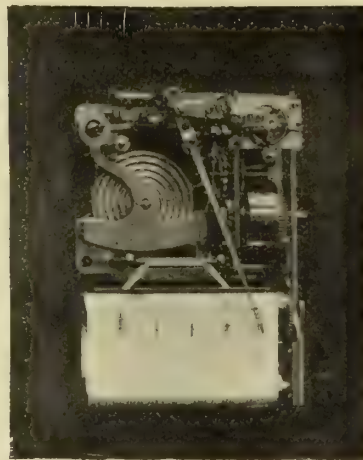


FIG. 3. — Vue du mécanisme.



FIG. 4. — Vue du baromètre dans son étui.

de la mer, et on a admis une diminution de 1 degré pour une élévation de 165 mètres.

La plupart des pièces métalliques sont en aluminium, et l'appareil complet ne pèse que 450 grammes.

Il existe trois modèles de cet instrument :

Le modèle A, pour les touristes et automobilistes, donne les altitudes jusqu'à 1 200 mètres; le modèle B, pour Ingénieurs, les donne jusqu'à 2 400 mètres; enfin le modèle C, pour alpinistes et aéronautes, va jusqu'à 5 000 mètres.

Stabilisation de route des ballons dirigeables.

Dans une nouvelle communication faite à la séance de l'Académie des Sciences du 4 juillet, M. H. Hervé a complété les explications qu'il avait données dans une séance précédente en collaboration avec M. H. de La Vaulx (1).

Il y a une quinzaine d'années M. H. Hervé reconnaissait que, contrairement à l'opinion alors en faveur, les problèmes de stabilité propre importaient bien plus que ceux de réduction de la résistance à l'avancement ou d'augmentation du pouvoir propulsif. Il pensa donc à étudier tout d'abord la stabilité de route.

Pour éliminer les difficultés inhérentes à l'emploi d'un moteur, et

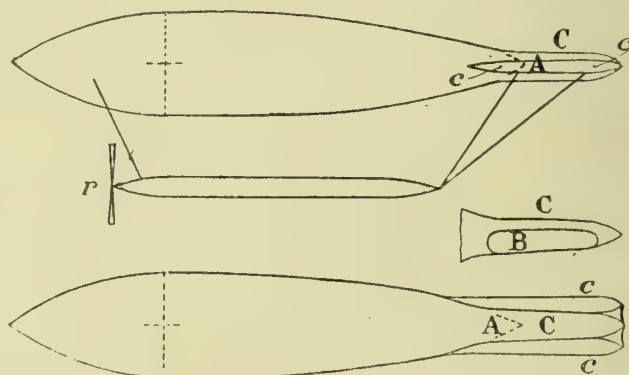


FIG. 1 à 3. — Élévation et plan du ballon dirigeable Hervé.

aussi pour éviter des constructions ruineuses, il résolut de remplacer la vitesse absolue par la vitesse relative, c'est-à-dire de chercher à créer un type de ballon captif à carène horizontale possédant une stabilité d'orientation (stabilité de route relative) complète et permanente.

Au commencement d'octobre 1889, M. Hervé expérimenta à Boulogne-sur-Mer un premier aérostat captif allongé horizontal; mais les organes de stabilisation et leur support contenaient des éléments rigides; ceux-ci furent immédiatement brisés. Ainsi averti, il modifia aussitôt l'arrière de l'aérostat en changeant le mode de rigidité de

(1) Voir le *Génie Civil*, t. XLV, n° 40, p. 474 (*Comptes rendus de l'Académie des Sciences*).

support des surfaces de rappel. La rigidité de tension remplaçait la rigidité de cohésion. L'extrémité arrière A (fig. 1 et 2) de la carène primitive était prolongée par un cylindre C, de diamètre réduit, communiquant librement avec celle-ci, de telle sorte qu'il pût juste se soutenir et supporter les surfaces planes latérales de rappel. Cette neutralité sustentatrice par rapport au reste de la carène avait pour but de ne pas repousser vers l'arrière le centre de poussée général que des motifs impérieux exigent aussi rapproché que possible de l'avant.

Ce fut là la première application du *support pneumatique*. En 1902, l'inventeur étendit aux surfaces mêmes de rappel le principe du support pneumatique, en flanquant le prolongement stabilisateur de l'arrière C de deux carènes fusiformes c de même longueur et de diamètre plus faible (fig. 1 et 2). Cette disposition augmenta considérablement la *qualité orientatrice* de l'arrière et lui communiqua une grande efficacité stabilisatrice. L'ensemble constituait ainsi le *gouvernail pneumatique Cc* (fig. 1 et 2).

Enfin, en 1904, M. Hervé applique cet organe, en le disposant pour une action stabilisatrice verticale, à la suppression du tangage des ballons dirigeables (instabilité que l'ensemble ou l'insuffisance des surfaces caudales de rapport ne permettait pas de corriger), et à la réduction du couple perturbateur dû au mode usuel d'application de l'effort propulseur.

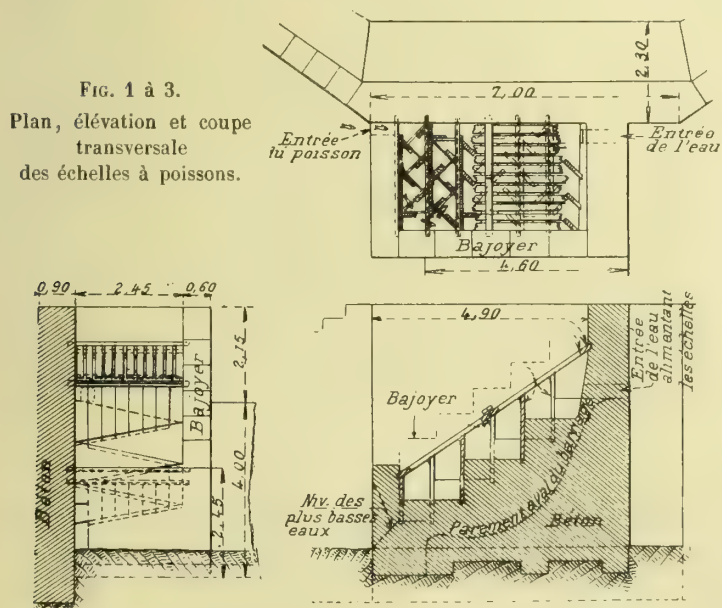
Le gouvernail pneumatique possède en outre ici une propriété nouvelle; la présence d'un *ballonnet caudal* intérieur B (fig. 3) préalablement gonflé d'air, rend son pouvoir sustentateur indépendant de son déplacement, ce qui permet d'augmenter son diamètre sans déplacer le centre de gravité général.

Il obtient ainsi, pour un ballon de 10 mètres de diamètre, une surface de rappel de 60 mètres carrés et dont le centre de gravité est situé au delà de l'arrière primitif, qui est précisément, dans les ballons habituels, la région de débilite sustentatrice et d'inefficacité orientatrice maximum.

En donnant au gouvernail pneumatique une obliquité ou une incurvation vers le bas, on peut obtenir une inclinaison corrélative de l'axe du propulseur et une réduction d'autant plus importante du levier du couple perturbateur d'origine propulsive pour une inclinaison donnée, que l'hélice est située plus loin vers l'avant.

Échelles à poissons du barrage de Danville.

Le service des eaux de Danville (Illinois, États-Unis) vient d'achever les divers travaux d'une installation ayant pour but de capter et d'utiliser pour force motrice une partie des eaux très pures de la rivière Vermillon. Ces travaux comportaient la construction d'un barrage



déversoir, tout en béton, d'une hauteur utile de 2^m 45 au-dessus des plus basses eaux d'aval et surmonté d'un barrage à aiguilles.

Comme la rivière est très poissonneuse, et qu'elle est fréquentée par des poissons migrateurs, il a fallu construire dans le barrage des échelles permettant leur remonte. Les figures ci-jointes, empruntées à l'*Engineering News*, montrent les dispositions, assez particulières, qui ont été adoptées.

Le plus souvent les échelles à poissons sont disposées comme suit : un même plan incliné, dont la ligne de plus grande pente (au maximum $\frac{1}{5}$) est perpendiculaire à la direction du barrage, est ménagé à l'une des extrémités du barrage entre deux bajoyers; il est divisé en plusieurs biefs par des cloisons verticales parallèles au barrage et interrompues alternativement à l'une et à l'autre extrémité. La méthode est avantageuse à cause de la facilité de construction, mais elle a l'inconvénient de nécessiter une assez grande place dans la longueur du barrage.

A Danville, l'espace occupé est beaucoup moindre, grâce aux dispositions suivantes : les échelles se composent d'une série de plans inclinés disposés en zigzag à la suite les uns des autres, plans dont les horizontales sont perpendiculaires à la direction du barrage; les différents compartiments sont séparés par des cloisons verticales parallèles au barrage et interrompues alternativement à chacune des extrémités.

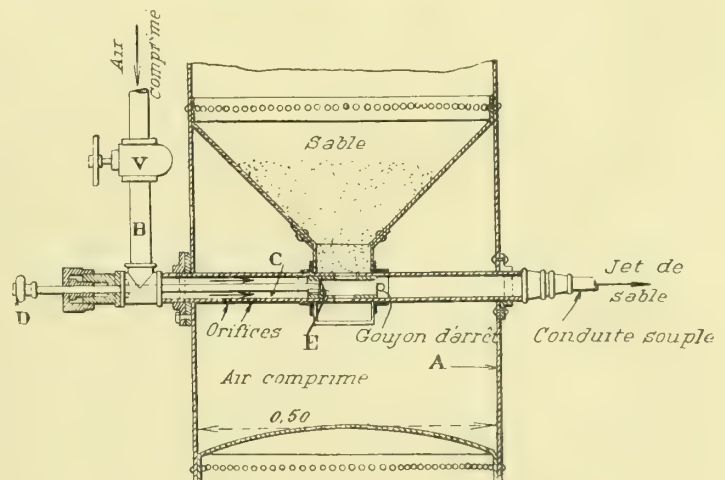
Pour diminuer le débit, et atténuer les effets de la pente assez raide de $\frac{3}{16}$ qui a été adoptée, tout en réduisant l'espace occupé, chaque compartiment est muni, en outre de cloisons transversales présentant des ouvertures disposées en chicanes qui font naître des remous dont l'effet est de réduire considérablement la vitesse. Ces ouvertures ne laissent qu'une largeur de 25 centimètres pour le passage du poisson. L'entrée de l'eau, qui correspond à la sortie du poisson, a une section carrée de 30 centimètres de côté.

Les échelles sont protégées par un toit incliné formé de bois de charpente disposés à claire-voie. Toute la maçonnerie du barrage et des échelles a été faite en béton.

Polisseur à jet de sable portatif.

La figure ci-jointe, empruntée à l'*Engineering Record*, représente un appareil employé aux États-Unis pour dérouiller et polir les pièces métalliques des batteries de côtes fixes qui sont nécessairement placées à l'extérieur et exposées aux vents de mer ou à l'air humide.

Le sable sec est chargé dans une trémie qui forme le fond supérieur d'un cylindre réservoir A dans lequel on fait arriver l'air comprimé par des conduites B et C, de 30 millimètres de diamètre, cette der-



Coupe transversale du polisseur à jet de sable.

nière percée de petits orifices. Une tige de commande permet de régler la position d'une fente dont est muni le piston E par rapport à une fente de mêmes dimensions dont est muni le fond de la trémie. Par la valve V et le volant D, on peut régler à la fois et indépendamment le débit de l'air et celui du sable. L'air comprimé doit être à une pression d'environ 2 kilogr. par centimètre carré.

Le jet de sable s'échappe par une conduite souple de longueur variable, munie à son extrémité d'une buse qu'on peut déplacer à volonté devant les pièces à polir.

Les buses d'échappement dont l'usure est considérable sont faites en acier extra dur; elles sont en outre munies à leur extrémité extérieure d'un bout mobile facile à recharger, ayant 25 millimètres de longueur, pour lequel on a réalisé une dureté considérable en le trempant au nitrate d'argent. Néanmoins, après un fonctionnement de deux ou trois heures, la grandeur du diamètre de l'orifice d'échappement a passé de 4 millimètres à 9 millimètres et le bout doit être remplacé. Cet appareil polit bien mieux et beaucoup plus économiquement que par le travail à la main.

SOCIÉTÉS SAVANTES ET INDUSTRIELLES

Académie des Sciences.

Séance du 4 juillet 1904.

Aéronautique. — *Sur la stabilisation de route des ballons dirigeables.* Note de M. Henri HERVÉ, présentée par M. Maurice Levy.

Nous donnons, dans ce même numéro, page 188, un compte rendu plus détaillé de cette note.

Botanique. — *La question de la culture des cotonniers en Afrique tropicale.* Note de M. Aug. CHEVALIER, présentée par M. Guignard.

Le cotonnier paraît devoir être la grande culture d'avenir de nos colonies du Sénégal et du Soudan, dans les zones naturelles appelées *zone saharienne* et *zone soudanienne*, lorsque des chemins de fer permettront d'expédier à la côte en saison sèche, rapidement et à bon marché, la soie, en ballots imperméables à la poussière.

Mais il semble, d'après cette étude sur les différentes espèces indigènes, qu'il soit nécessaire de créer une race de coton bien adaptée au pays, suffisamment productrice, et de qualité supérieure.

Les résultats d'essais faits dans ce sens par la *Mission Chari Lac Tchad* paraissent des plus encourageants.

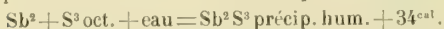
Chimie industrielle. — *Sur de nouveaux résultats obtenus en porcelaines, céramiques diverses.* Note de M. F. GARROS.

L'auteur rappelle les résultats qu'il a obtenus dans la recherche des pâtes à porcelaine d'amiant, destinées à la fabrication de filtres stérilisateurs, ainsi que ses recherches sur les émaux.

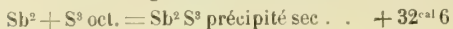
Il fait connaître quelques résultats nouveaux, relatifs : 1° aux filtres à gros pores, dans lesquels, grâce à la consistance pâteuse que conserve la porcelaine d'amiant à 1400 degrés, il a pu réaliser en même temps une très grande translucidité ; 2° au biscuit de porcelaine d'amiant ; 3° à la porcelaine pour isolateurs ; 4° aux vases poreux peu résistants, pour électrochimie ; 5° à la soudure de la porcelaine avec le cuivre, par l'intermédiaire d'un émail.

Chimie minérale. — *États allotropiques du sulfure d'antimoine. Chaleurs de formation.* Note de MM. GUINCHANT et CHRÉTIEN, présentée par M. Haller.

Les auteurs ont isolé à l'état pur une modification du sulfure d'antimoine qui est sa forme stable à haute température : sa chaleur de formation est plus faible que celle du sulfure noir, forme stable à basse température. Ils ont déterminé les chaleurs de transformation des différentes modifications allotropiques du sulfure d'antimoine quand elles passent à la forme stable ; en admettant pour le sulfure précipité humide la valeur trouvée par M. Berthelot :



On en déduit les chaleurs de formation suivantes, pour 1 mol ou 336 grammes :



Chimie physique. — *Détermination du poids atomique de l'azote par l'analyse en volume du protoxyde d'azote.* Note de MM. Adrien JAQUEROD et St. BOGDAN.

Un des principaux avantages de cette méthode réside dans le fait qu'elle équivaut à une analyse du protoxyde avec pesée de l'azote, pesée très difficile à exécuter par d'autres moyens. En outre, elle est rapide et permet de remplacer les pesées par des mesures de pressions pour lesquelles on atteint couramment une précision de $\frac{1}{10000}$; elle est aussi applicable à de faibles quantités de gaz, et susceptible d'être généralisée à d'autres composés gazeux.

Pathologie végétale. — *Sur la culture et le développement du champignon qui produit l'anthracnose de la vigne.* Note de MM. P. VIALA et P. PACOTTE, présentée par M. L. Guignard.

Dans cette note, les auteurs exposent la méthode par laquelle ils ont cultivé le champignon *Guignardia Bidwellii*, cause du black-rot, et qui leur a permis d'isoler le parasite de l'anthracnose et d'en suivre, en milieux artificiels, les phases du développement.

Physique. — I. — *Sur les propriétés de différentes substances relativement à l'émission pesante.* Note de M. R. BLONDLOT.

Une pièce d'argent est une source d'émission pesante (1), mais si on la nettoie exactement, l'émission cesse complètement. Il suffit alors de la chauffer à 100 degrés, à l'air libre, pendant quelques minutes, pour que, une fois refroidie, elle ait acquis de nouveau la propriété de produire indéfiniment une émission pesante. Les mêmes particularités sont présentées par l'argent pur, le cuivre, le mercure, le fer, le zinc, le bronze des monnaies. Le plomb fait exception.

Tous les liquides suivants sont actifs : eau commune, eau salée, acide sulfurique pur, glycérine, essence de térébenthine, huile de vaseline, alcool ; de même le goudron de Norvège, le camphre et, d'une manière générale, toutes les substances odorantes. Sont inactifs : le platine, l'iridium, le palladium, l'or, le verre sec, le soufre fondu, le plâtre, la craie ; un fragment de moellon s'est montré, au contraire, actif.

Les résultats qui précèdent, concordent avec les réflexions de M. Berthelot (2). D'après ces faits, il devient, en effet, bien probable que ce n'est pas aux métaux eux-mêmes que l'on doit attribuer l'émission pesante, mais bien à des combinaisons dues à des actions chimiques très faibles produites à la surface des corps métalliques ; de même, l'activité des liquides, dont la tension de vapeur n'est sans doute jamais absolument nulle, et celles des corps odorants peuvent être vraisemblablement attribuées à des composés volatils.

II. — *Effets comparés des rayons β et des rayons N, ainsi que des rayons α et des rayons N_1 , sur une surface phosphorescente.* Note de M. Jean BECQUEREL (3), présentée par M. Henri Becquerel.

Les radiations émises par le polonium agissent de façons diverses sur le sulfure de calcium. Certains rayons produisent la même augmentation de visibilité que les rayons N ; les rayons α , quoique excitant légèrement la phosphorescence, diminuent considérablement la netteté de l'écran détecteur, au point qu'ils masquent complètement l'action contraire des autres rayons ainsi que la légère augmentation d'éclat qu'ils produisent eux-mêmes.

Le sulfure de calcium est extrêmement sensible à l'action des rayons émanés des corps radioactifs. Il décele ces radiations dans des conditions où il serait impossible de réaliser une impression sur la plaque photographique ou de constater d'une façon certaine la décharge d'un électroscope.

L'analogie entre les actions produites par les rayons N et les rayons β , ainsi que par les rayons N_1 et les rayons α , est d'autant plus frappante que les radiations émanées de certaines sources de rayons N et N_1 (acier, larmes bataviques, sulfure de calcium insolé) subissent une action du champ magnétique.

Spectroscopie. — *Sur le dosage spectrophotométrique de petites quantités d'oxyde de carbone dans l'air.* Note de M. L. DE SAINT-MARTIN.

Dans cette note, l'auteur montre comment en agitant une dilution fraîche de sang de chien avec l'air soupçonné on peut déterminer avec une très grande exactitude au spectroscopie le rapport des quantités d'oxyhémoglobine et d'hémoglobine carbonée qui se sont formées. On pourrait ainsi déterminer la teneur en CO d'échantillons d'air renfermant 0,25 et 0,50, 0,75 et 1 % de CO.

A. B.

BIBLIOGRAPHIE

Revue des principales publications techniques.

CHEMINS DE FER

Les chemins de fer à voie étroite et leur valeur économique. — La *Zeitschrift des Oesterreichischen Ingenieur-Vereines*, des 10, 17 et 24 juin, reproduit

(1) Voir le *Génie Civil*, t. XLV, n° 8, p. 134, et n° 10, p. 174. (*Comptes rendus de l'Académie des Sciences.*)

(2) Voir le *Génie Civil*, t. XLV, n° 9, p. 451. (*Comptes rendus de l'Académie des Sciences.*)

(3) Voir le *Génie Civil*, t. XLV, n° 3, p. 46 ; n° 6, p. 102 ; n° 8, p. 413, et n° 9, p. 432. (*Comptes rendus de l'Académie des Sciences.*)

une conférence de M. VON WENUSCH sur les chemins de fer à voie étroite dans les différents pays. D'après les statistiques qu'il cite, la longueur totale des chemins de fer du globe était en 1902 de 820 000 kilom., dont 74 % à voie dite normale, 12 % à voie plus large que celle-ci, et 14 % à voie étroite.

L'auteur passe en revue les réseaux à voie étroite les plus étendus et les plus intéressants, entre autres celui de la Corse, et en fait ressortir les points intéressants. Il étudie ensuite la valeur économique des chemins de fer à voie étroite, et reproduit plusieurs tableaux donnant la longueur, les recettes, le nombre de voyageurs, etc., pour un certain nombre de réseaux ; discute le prix d'établissement et l'économie relative de ces lignes ; enfin, compare les tarifs et les résultats financiers obtenus dans les différents pays.

L'emploi des ressorts en spirale dans les attelages des trains. — M. PERKO décrit, dans les *Annalen für Gewerbe und Bauwesen*, du 15 juin, un système de montage des ressorts constitués par une tôle enroulée en spirale, permettant de leur donner facilement une tension initiale convenable, avant de les monter sur la barre de traction du véhicule. Le ressort, monté provisoirement sur un axe fileté, est comprimé par le déplacement d'un écrou mobile sur cet axe, puis encastré dans un support qui le maintient sous pression, et enfin claveté sur son axe définitif.

CHIMIE INDUSTRIELLE

État actuel de l'industrie des savons. — Cette étude, faite par M. Francis MARRE, est donnée par la *Revue générale de Chimie pure et appliquée*, du 12 juin.

L'auteur donne d'abord la théorie chimique de la saponification puis il étudie au point de vue des réactions chimiques seulement, et sans entrer dans des détails techniques, d'abord les savons insolubles et emplâtres, puis, les savons solubles ou savons véritables avec des indications sur la composition des lessives alcalines et des matières grasses qui servent à leur préparation. Des détails sur la fabrication et sur les savons spéciaux sont ensuite exposés. Emplâtre, élargage, cuisson, liquidation, madrage, coulage, contrôle de la fabrication, catégories commerciales de savons, leurs caractères, leurs usages, leurs propriétés, leurs falsifications, etc.

CONSTRUCTIONS CIVILES

Organisation des services d'incendie. — L'incendie de Baltimore a suscité un grand nombre d'études relatives à l'organisation des services d'incendie capables d'empêcher le renouvellement de semblables catastrophes.

Dans un mémoire de M. Alfred M. QUICK, dont l'*Engineering Record*, du 11 juin, donne un extrait, l'auteur se basant sur l'expérience de l'incendie de Baltimore arrive aux conclusions suivantes : 1° si puissant que soit un service municipal, il est impossible d'assurer qu'il pourra éteindre n'importe quel incendie naissant ; 2° l'installation de services privés d'incendie doit être encouragée, leur efficacité aux débuts d'un incendie est le plus souvent très suffisante ; 3° si les mêmes canalisations sont utilisées pour les usages domestique et le service d'incendie, elles doivent être de diamètre suffisant, pour qu'il n'y ait jamais diminution sensible de débit ou de charge, et les réservoirs doivent toujours avoir une réserve d'eau considérable.

ÉLECTRICITÉ

La courbe du rendement des transformateurs à tension constante. — Dans l'*Electrical World*, du 16 avril, M. E. KENNELLY étudie la façon dont varie le rendement d'un transformateur à tension constante.

Si la puissance dissipée dans l'excitation était nulle, la courbe du rendement en fonction de la charge serait une droite. Si, au contraire, la perte dans le cuivre était nulle, cette courbe serait une hyperbole équilatère. La courbe réelle du transformateur doué des deux genres de perte est une hyperbole aiguë, le rendement maximum correspond au point où la perte dans le fer égale celle dans le cuivre.

L'auteur montre que la chute de tension par résistance en ce point est égale à la moitié de la chute de rendement, et que le même raisonnement s'applique aux génératrices et aux moteurs shunt à tension constante.

Les installations hydro-électriques sur l'Hudson. — Les villes d'Albany et de Troy sont alimentées d'énergie électrique par deux usines situées sur l'Hudson River, l'une à Spier Falls, à 64 kilom. en amont, l'autre à Mechanicville, à 24 kilom. Deux lignes triphasées partant de Spier Falls, et une partant de Mechanicville, alimentent la sous-station de Watervliet, qui dessert Troy. Les tensions primaires sont de 30 000 volts et 10 800 volts. Des transformateurs situés à Watervliet réduisent tout le courant à 10 800 volts, tension sur laquelle il est distribué aux sous-stations locales. Cette réduction a été nécessitée par la traversée de la rivière en câble immergé. De Watervliet, des lignes aériennes triphasées à 10 800 volts partent vers la sous-station d'Albany. La puissance maximum fournie à chacune des deux villes est de 6 000 chevaux.

L'Electrical World, du 14 mai, décrit ces diverses sous-stations. Dans celle d'Albany, la partie centrale du sous-sol forme une chambre d'air pour l'alimentation des transformateurs soufflés, qui sont montés au-dessus. Des régulateurs de potentiel, montés sur la haute tension, peuvent corriger les écarts de voltage de 7,5 % et maintenir la tension à $\frac{1}{2}$ % près. Les transformateurs réduisent la tension à 2 300 volts pour la distribution locale. La ville d'Albany était autrefois alimentée par une usine de Trinity Place, qui est devenue une sous-station où ont été installés des transformateurs Scott pour desservir le réseau diphasé, des commutatrices, et des moteurs synchrones actionnant les anciennes dynamos pour l'éclairage par arcs en série.

Les câbles à haute tension qui traversent l'Hudson pour relier Watervliet à Troy ont été posés pendant la période de glace; ils ont été tirés sur la glace, côte à côte, par des chevaux; puis la glace a été sciée de façon à provoquer l'immersion. A Troy, on a conservé les anciennes génératrices, les machines à vapeur ayant été simplement remplacées par des moteurs synchrones à haute tension.

Les mêmes usines génératrices alimentent Sheenectady par trois sous-stations (Colonne, Latham's Corner et Dock Street). Une quatrième sous-station (Ballston Spa) desservira un embranchement, actuellement en construction, du chemin de fer de Sheenectady. L'article précité décrit ces sous-stations, et donne des indications sur le réseau qu'elles alimentent.

ENSEIGNEMENT

Les laboratoires d'électricité industrielle de l'Institut technologique du Massachusetts. — *L'Electrical Review*, du 26 mars, décrit ces laboratoires dont le principal consiste en une salle de dynamos, pourvue d'un pont roulant de 10 tonnes, et alimentée par une salle de chaudières pouvant contenir trois générateurs de 250 chevaux. Le matériel générateur comprend une machine de 480 kilowatts à double courant, connectée directement à une machine cross-compound (cette machine permet d'obtenir des courants mono, di, tri et hexaphasés); un alternateur triphasé de 150 kilowatts, actionné par une machine compound tandem; deux alternateurs de 50 et 100 kilowatts, commandés par un moteur de 150 chevaux, et deux machines à courant continu de 25 kilowatts, commandées par une machine à vapeur. Des transformateurs de divers types, des commutatrices, des alternateurs à fréquence variable et des moteurs, complètent l'équipement. Des transformateurs enroulés jusqu'à 100 000 volts servent aux essais d'isolants.

Un laboratoire d'étalonnage sert en même temps aux recherches; on y dispose de courants alternatifs allant jusqu'à 4 000 ampères et de tensions atteignant 50 000 volts, sous diverses fréquences.

Deux petites salles de photométrie servent pour les lampes à arc et pour les lampes à incandescence.

Un amphithéâtre de 400 places est pourvu de tables roulantes, avec rails aboutissant à une salle de dynamos.

L'enseignement est conduit de façon à développer l'esprit d'initiative, et un cours de recherches a été fondé en vue de former un nombre limité d'ingénieurs capable d'étudier les problèmes les plus importants qui peuvent se poser dans le développement de l'industrie.

HYGIÈNE

La fièvre typhoïde et les eaux de surface filtrées. — Malgré l'apparente contradiction qui semble ressortir des deux communications faites à la Société de médecine publique et de Génie sanitaire, par MM. LIVACHE et CHABAL (*Revue d'Hygiène*, d'a-

vril 1904) au sujet de la corrélation qui existe entre la fièvre typhoïde et les eaux de rivière filtrées, une conclusion unique ressort de ces intéressantes études : l'insuffisance et surtout la marche défectueuse de nos installations filtrantes.

Se basant sur les statistiques hebdomadaires du Bulletin municipal de la Ville de Paris, M. Livache a constaté, pour les années 1902 et 1903, une sensible augmentation de la mortalité typhique pendant les périodes où l'alimentation du service privé de la population parisienne était complétée par l'addition d'eau de Seine et de Marne filtrée à l'eau de source qui suffit habituellement.

D'autre part, M. Chabal se basant sur l'amélioration de l'état sanitaire en Allemagne, depuis dix ans que l'application des règles de Koch est exigée dans toutes les installations, affirme que la valeur bactériologique des eaux de surface, soumises à une filtration par le sable, scientifiquement conduite est, sinon supérieure, du moins équivalente à celle des eaux de source.

Il estime que, dans l'examen de la mortalité typhique, à Paris, pendant les périodes où l'alimentation privée est complétée par les eaux de surface filtrées, il doit être fait un décalage de deux semaines pour tenir compte du temps écoulé entre le décès et la cause du décès.

M. Le COUPPEY DE LA FOREST, délégué par la Ville de Paris, pour étudier aux États-Unis l'épuration des eaux par les filtres à sable, apporte une utile contribution aux deux communications qui précèdent en résumant les documents qu'il a réunis au cours de son enquête. Après avoir étudié la construction, la conduite et la surveillance rationnelle des filtres à sable aux États-Unis, et mis en évidence les qualités hygiéniques des eaux par eux produites et l'amélioration de l'état sanitaire depuis leur emploi. M. Le Couppey conclut à la supériorité incontestable des États-Unis dans la science de la filtration. Il est d'avis qu'il y aurait grand intérêt à s'inspirer chez nous, des recherches qui y ont été faites; il voit l'un des principaux défauts de nos installations filtrantes, dans leur fonctionnement intermittent. Les filtres à sable utilisés en Allemagne et en Amérique fonctionnent sans interruption.

MÉCANIQUE

Sur les bilames. — Dans *l'Elektrotechnischer Anzeiger*, du 12 juin, M. O. DIETRICH étudie les systèmes formés de deux lames métalliques à coefficients de dilatation différents.

Il établit que la déviation linéaire s de l'extrémité d'un système de ce genre formé de deux métaux de coefficients de dilatation α_1, α_2 , est pour une différence de température t (δ étant l'épaisseur d'une lame et l la longueur), est :

$$s = \frac{lt}{4\delta} (\alpha_2 - \alpha_1).$$

Cette formule suppose que les déviations sont petites, que les métaux ont même module d'élasticité et que leurs épaisseurs sont égales.

L'auteur montre, par un exemple, qu'elle donne des résultats conformes aux chiffres observés.

Il calcule également la déviation dans le cas où l'échauffement, au lieu d'être produit par une source extérieure, provient d'un courant électrique d'intensité donnée.

MÉTALLURGIE

Obtention du coke au moyen de la houille grasse comprimée mécaniquement. — M. A. POURCEL examine, dans la *Revue de Métallurgie*, de mai 1904, les principaux avantages que présente, en métallurgie, l'emploi d'un coke provenant de houille grasse comprimée mécaniquement. Le moins contestable de ces avantages qui a été, d'ailleurs, constaté dans une mine du sud-ouest de la France, est la notable économie qu'il donne dans son emploi au haut fourneau; celle-ci ne serait pas inférieure à 200 kilogr. à la tonne de fonte.

Le facteur essentiel et qui semble le plus important à faire intervenir pour expliquer cette économie, serait, d'après l'auteur, la faculté que possède ce coke de résister à l'action du gaz CO_2 aux températures élevées. Cette propriété n'est pas en relation directe avec la densité, mais plutôt avec la température plus élevée à laquelle s'est opérée la cokéfaction. Une telle condition est réalisée dans le four Otto à parois et à sole chauffées quand, avec de la houille grasse, très inflammable, la charge est faite en un bloc compact, très dense, obtenu au moyen d'un pilonnage mécanique énergique, et rapidement enfournée.

Le coke fabriqué avec la houille grasse de ses mines par l'usine française, signalée plus haut, est ainsi produit dans des fours Otto; il est inattaquable pratiquement par CO_2 à 800 degrés et ne perd de son poids que 1,35 % à 950 degrés et 2,80 % à 1 000 degrés. Ces températures sont celles de la zone du haut fourneau où CO_2 ne se rencontre plus, ou bien se trouve à l'état de traces. Le coke arrive donc sans perte nuisible au niveau des tuyères, et tout le carbone chargé, déduction faite de la quantité qu'incorpore la fonte et de celle qui sert à réduire une certaine proportion des oxydes du silicium et du manganèse, est transformé en CO . On réalise donc, d'après M. Pourcel, avec ce coke, le combustible capable de fournir le maximum de l'élément réducteur qui seul agit économiquement, comme l'a fait ressortir Gruner, pour faire du haut fourneau l'appareil par excellence destiné à extraire le fer de ses minerais.

La fabrication du coke métallurgique dans le four Hüssener. — *L'Engineering*, du 1^{er} mai, reproduit un mémoire de M. C. Lowthian BELL dans lequel l'auteur expose le résultat des essais qui ont été faits aux hauts fourneaux de Clarence en vue de substituer des fours à distillation et à récupération des sous-produits aux anciens fours pour la fabrication du coke métallurgique. Jusqu'en 1901 tous les essais avaient été infructueux et les fours perfectionnés donnaient toujours un coke se comportant mal au haut fourneau; le four Hüssener essayé ensuite est le seul qui ait donné de bons résultats. L'auteur en expose les raisons, seulement applicables d'ailleurs au cas particulier qui l'occupe.

Il donne d'abord la composition du charbon traité, du coke et des gaz obtenus dans les différents types de fours actuellement en usage et essayés par lui en faisant ressortir, pour chacun d'eux, l'influence des différents facteurs : température, mode de chargement, dimensions, durée de la distillation, etc., sur les qualités du coke préparé.

MINES

La phthisie des mineurs. — *L'Engineering News* reproduit sur ce sujet un mémoire qui a été présenté par les docteurs J. S. HALDANE et R. A. THOMAS à la dernière réunion de l'Institution of Mining and Metallurgy de Londres.

Les auteurs, ayant été amenés à rechercher les causes qui rendent si fréquente cette maladie dans les mines de Cornouailles, ont reconnu qu'elle était due à l'inhalation de la poussière qui se détache des roches dures pendant l'abatage, le forage et le tirage des mines.

La suie, la poussière de charbon et même la poussière de la plupart des minerais de fer n'ont pas le même effet nocif que les poussières de roches dures, lesquelles sont les seules vraiment à craindre. La maladie ne se manifeste et ne se déclare généralement que quand l'ouvrier a été exposé à ces poussières pendant plusieurs années. L'augmentation de la mortalité parmi certaines catégories de mineurs dans les mines de Cornouailles serait même due à la substitution des machines à percer aux anciens fleurets ou barres à mines.

Les auteurs montrent qu'en dehors de la question humanitaire il y a intérêt pour les entrepreneurs à prendre des dispositions pour abattre ces poussières, aussi vite que possible et permettre la reprise du travail presque immédiatement après le tirage des mines.

Ce qui est fait au tunnel du Simplon est un exemple frappant de ce qui peut être réalisé ailleurs. On y emploie, en effet, les perceuses hydrauliques Brandt qui fonctionnent sans production de poussière, et, après qu'on a tiré les coups de mines, des jets ou des nappes d'eau sous pression, envoyés sur le front de taille, abattent les poussières et permettent immédiatement la reprise du travail de déblayage et de perçage. Ainsi s'expliquerait la rapidité des travaux du tunnel du Simplon attribuée peut-être d'une façon exagérée à la bonne qualité des outils et machines en usage.

A défaut d'eau sous pression en quantité suffisante, les auteurs recommandent l'emploi de deux appareils de leur invention : l'un consiste essentiellement en une sorte de canon fonctionnant à l'air comprimé et projetant dans les galeries de l'eau pulvérisée en gouttes très fines après chaque tirage; l'autre injecte de l'eau pulvérisée dans le trou du fleuret en fonctionnement. Ces deux appareils consomment une quantité d'eau très faible et semblent pouvoir s'adopter partout.

Les affaissements produits en Meurthe-et-Moselle par l'exploitation du sel. — En Meurthe-et-Moselle, des phénomènes superficiels assez importants, accompagnant l'exploitation du sel, ont fait leur apparition il y a trente ans; ils ont pris de l'extension surtout depuis dix ans et menacent, actuellement, de s'étendre; M. BAILLY, Ingénieur des Mines, expose la situation dans une note que publient les *Annales des Mines*, d'avril 1904; il la compare à celle du Cheshire, en Angleterre, où les affaissements sont beaucoup plus importants et plus anciens; il en déduit quelques pronostics et signale les mesures pratiquées ou proposées jusqu'à présent, soit pour prévenir, soit pour réparer les dommages.

Dans un premier chapitre, il expose la situation et l'allure générales du gisement salifère de Meurthe-et-Moselle, l'histoire de l'industrie salicole ancienne, ainsi que celui de l'industrie actuelle; l'examen des exploitations par chambre de dissolution (lac souterrain) et celui des exploitations qui sont en relation avec une nappe salée naturelle, constituent les second et troisième chapitres. L'auteur termine son travail par l'étude des mesures préventives et réparatives.

En résumé, les affaissements causés en Meurthe-et-Moselle par l'exploitation du sel sont, d'après M. Bailly, des phénomènes très bénins qui ne justifient pas les craintes souvent manifestées à leur sujet.

L'expérience anglaise du Cheshire, aussi bien que l'étude directe de ces phénomènes montre qu'on pourrait très bien se passer à leur égard de toute mesure préventive autre qu'un rayon de protection très restreint à l'égard de certains travaux dont la stabilité absolue est indispensable (écluses de canaux, voies ferrées). Cette mesure s'impose dans la région de la basse Moselle, où des affaissements, relativement assez rapides, sont possibles.

Dans la région des nappes salées du Sanon et de Rosières, la lenteur des mouvements du sol en fait une question de dommages plutôt que de sécurité publique. Dans ce cas, la proportionnalité de la responsabilité à l'extraction semble à l'auteur constituer une règle à la fois simple et équitable pour résoudre ces questions de dommages.

Enfin, il lui paraît possible d'adopter une méthode d'exploitation qui, maîtrisant quelque peu l'action de ce mineur capricieux, l'eau, auquel on tend de plus en plus à confier l'exploitation des gites salifères, donne des garanties préventives satisfaisantes aux administrations qui ont la responsabilité de nos voies de communication et qui demandent à être protégées partout.

Origine volcanique du pétrole. — Dans le bulletin de mai de l'*American Society of Mining Engineers*, M. Eugène Coste s'élève contre l'opinion assez généralement répandue que l'origine du pétrole est une des questions les plus obscures que les géologues aient encore à résoudre et démontre qu'au contraire, dans l'état actuel, la science géologique peut prouver avec une certitude presque complète, l'origine inorganique du pétrole, et montrer que ce corps est le produit des émanations solfatarieuses, de caractère volcanique par conséquent.

Il montre d'abord que le fait de pouvoir extraire des hydrocarbures par distillation pyrogénée des matières organiques ne prouve pas l'origine organique du pétrole; le problème n'est pas seulement de nature chimique, mais aussi, et surtout, de nature géologique, puis il cite les faits d'expérience et d'observation qui viennent à l'appui de sa théorie. Il en déduit des conclusions qui, si elles étaient acceptées par les praticiens, contribueraient au développement de l'industrie pétrolière car elles doivent les conduire à ne rechercher de nouvelles nappes que dans les régions où il est vraisemblable de les rencontrer. Ces régions sont situées le long des lignes de faiblesse structurale de l'écorce terrestre et le long des zones de fracture. Un grand nombre de ces zones sont encore inexplorées même dans les régions pétrolières. Depuis 1888, l'auteur s'efforce de dresser une carte très complète de ces zones pour toute l'Amérique du Nord.

NAVIGATION

Étude sur le tangage et le roulis. — L'*Engineering*, du 27 mai et du 3 juin, reproduit un mémoire de M. A. SCRIBANTI, de la marine italienne, qui a été présenté à la dernière réunion des Naval Architects et qui est relatif à la stabilité des navires.

Cette étude a été inspirée à l'auteur par l'augmentation de stabilité d'une coque après qu'elle eut été chargée d'une certaine façon et bien que ce résultat

fût contraire aux lois déterminant la position du métacentre. La question étudiée analytiquement conduit l'auteur à des conclusions qui sont en contradiction avec les règles généralement admises et qui seraient confirmées par l'expérience.

PHYSIQUE INDUSTRIELLE

Explosions dans les compresseurs d'air. — A la suite d'explosions survenues dans des compresseurs simples, on avait cru pouvoir conclure que les compresseurs compound constituaient la meilleure garantie contre ce genre d'accidents.

M. GOFFE, dans un mémoire que reproduit l'*American Machinist*, du 28 mai, signale cinq explosions survenues dans des compresseurs compound, et en recherche les causes.

Il conclut que la principale cause est l'accumulation de la poussière (généralement poussière de charbon) dans les boîtes à soupapes, tuyauterie et réservoirs intermédiaires. Cette poussière se mélange à l'huile, et il s'ensuit une décomposition pouvant donner lieu à un dégagement de gaz inflammables, lesquels peuvent s'allumer dans des circonstances favorables, telles que l'incandescence de quelques-uns des joints les plus combustibles.

Le remède contre ces explosions consiste donc dans un nettoyage périodique des parties où peut se produire l'accumulation.

Chaudières fixes et marines à tirage forcé. — Ces chaudières, du type Ellis and Eave, sont décrites dans l'*Engineering*, du 6 mai.

Le tirage forcé est obtenu par le placement d'un ventilateur à la base de la cheminée sur un by-pass. On en profite pour intercaler, entre la boîte à fumée et le ventilateur, un échangeur de chaleur dans lequel les fumées se refroidissent tandis que l'air nécessaire à la combustion se réchauffe. L'emploi du ventilateur malgré la dépense d'énergie à laquelle il entraîne est avantageux, car il dispense d'une haute cheminée et permet d'expulser des fumées presque froides et de réaliser en somme une meilleure utilisation du combustible.

Ouvrages récemment parus.

Électrotechnique appliquée. — Cours professé à l'Institut électrotechnique de Nancy, par A. MAUDUIT, ancien élève de l'École Polytechnique, Ingénieur-électricien, avec une préface de A. BLONDEL, professeur du cours d'électricité à l'École des Ponts et Chaussées. — Un volume, grand in-8° de xvi-844 pages, avec 557 figures. — V^e Dunod, éditeur, Paris, 1904. — Prix broché : 25 francs; cartonné : 26 fr. 50.

Dans son traité, M. Mauduit étudie et critique les appareils et les procédés utilisés pour l'essai des machines électriques, présente les principes et les formules servant de base à la construction de ces machines et donne des exemples détaillés de calcul pour chaque système. Il permet ainsi de se guider dans le choix des modes de distribution de l'énergie et indique les règles pour exécuter les installations électriques d'éclairage, de force motrice, de traction, etc.

Les deux premiers chapitres sont consacrés aux essais des dynamos à courant continu (ampèremètres et voltmètres, boîte de contrôle Chauvin-Arnoux; mesure de l'isolement; caractéristiques des dynamos, série, shunt, compound, etc.; essais de durée; frais d'absorption; essais des moteurs série, des moteurs shunt, mesures de rendement; calcul des organes d'une dynamo; exemple d'un projet).

Puis viennent les essais des alternateurs et transformateurs : voltmètres et ampèremètres électromagnétiques ou caloriques; wattmètres; classification des alternateurs; essais par la méthode directe et la méthode indirecte; caractéristique en court-circuit; moteurs synchrones, asynchrones et leur théorie générale; marche en parallèle des alternateurs; commutatrice.

L'auteur étudie ensuite la construction des alternateurs, transformateurs et moteurs d'induction; le transport de l'énergie (projets, installation de l'usine, canalisations, etc.); la traction électrique : moteurs de traction, régulation de la vitesse, équipement des voitures, voie, usine et distribution du courant.

La dernière partie du livre est consacrée aux nouveaux perfectionnements et aux questions les plus à l'ordre du jour en électrotechnique (moteurs alternatifs à collecteurs, compoundage des alternateurs, etc.).

La théorie de Maxwell et les oscillations hertziennes. La télégraphie sans fil, par H. POINCARÉ. — Un fascicule in-8° de 110 pages, avec 9 figures (*Collection Scientia*). — C. Naud, éditeur, Paris, 1904. — Prix : relié 2 francs.

M. Poincaré passe en revue, dans cette brochure, la théorie de Maxwell, les oscillations électriques avant Hertz, les expériences de Hertz et les moyens d'observation des oscillations hertziennes, les cohéreurs, la mesure des longueurs d'ondes, la propagation le long d'un fil, dans l'air, dans les diélectriques; puis la synthèse de la lumière et enfin le principe et les applications de la télégraphie sans fil.

Thermodynamique (Tome 1^{er} : Notions fondamentales), par L. MARCHIS, professeur-adjoint de physique à la Faculté des Sciences de Bordeaux. Préface de M. P. DUHEM, membre correspondant de l'Institut, professeur de physique à la Faculté des sciences de Bordeaux. — Un volume, grand in-8° de 175 pages, avec 13 figures. — Gauthier-Villars, éditeur, Paris, 1904. — Prix : 5 francs.

Ce livre contient l'exposé, sous une forme élémentaire, des principes fondamentaux de la thermodynamique. Les Ingénieurs y trouveront les restrictions que comporte l'application de ces principes aux systèmes réels (en particulier aux moteurs thermiques) et pourront y étudier les notions de modification réversible, de dégradation de l'énergie, de dissipation de l'énergie utilisable, auxquelles ont conduit les travaux des physiciens. L'introduction de quelques-unes de ces idées fondamentales dans le programme des lycées rendra ce livre utile aux professeurs de l'enseignement secondaire.

Le premier chapitre est consacré au principe de l'équivalence de la chaleur et du travail, et à son application à la calorimétrie chimique.

L'auteur aborde ensuite les modifications réversibles et le principe de Carnot-Clausius, puis la définition de l'entropie et l'étude du diagramme entropique.

Les deux derniers chapitres traitent de l'énergie utilisable (transformations compensées ou non; principes du travail maximum) et de la chaleur chimique et voltaïque (définitions de ces deux quantités et relations qui les unissent).

Guide pour la réception du matériel des chemins de fer et tramways (Manuel de l'Inspecteur), par G. R. BODMER, traduit de l'anglais par A. HOULETTE, Ingénieur, professeur à l'Association polytechnique. — Un volume in-8° de 115 pages, avec 25 figures. — Béranger, éditeur, Paris, 1904. — Prix : relié, 6 francs.

La traduction de l'ouvrage de M. Bodmer comble une lacune qui existait par suite de la difficulté de se procurer les instructions relatives à la réception du matériel dans les grandes Administrations ou Compagnies de chemins de fer. Elle présente en outre l'intérêt de montrer comment ce service de réception est organisé en Angleterre et de faciliter les comparaisons.

L'auteur a consacré un chapitre à chacune des divisions suivantes : généralités sur l'inspection et la conduite de l'inspecteur réceptionnaire; rails ordinaires et de tramways (choix des éprouvettes; épreuves au choc et à la traction; analyses chimiques); gabarits, traverses; bandages et essieux; attaches des rails (boulons, rivets, semelles); tôles, cornières et profilés; rédaction des cahiers des charges pour rails d'acier; pièces détachées des locomotives et du matériel roulant; remarques sur les essais de traction et les essais par gravure.

Manuel du Conducteur d'Automobiles, par Maurice FARMAN. — 3^e édition. — Un volume in-8° de 204 pages, avec 97 figures. — B. Tignol, éditeur, Paris 1904. — Prix : 4 fr. 50.

Après une description de quelques types récents d'automobiles, l'auteur étudie les organes communs à tous les véhicules. Un chapitre spécial est consacré à des conseils pratiques.

Le Gérant : H. AVOIRON.

LE GÉNIE CIVIL

REVUE GÉNÉRALE HEBDOMADAIRE DES INDUSTRIES FRANÇAISES ET ÉTRANGÈRES

Prix de l'abonnement par an. — Paris : 36 francs; — Départements : 38 francs; — Étranger et Colonies : 45 francs. — Le numéro : 1 franc.

Administration et Rédaction : 6, rue de la Chaussée-d'Antin, Paris.

SOMMAIRE. — **Métallurgie** : La fabrication des plaques de blindage aux Forges nationales de la Chaussade (*planche XIII*), p. 193; A. BIZOT. — **Statistique** : La répartition des automobiles et bicyclettes en France (*suite et fin*), p. 197; V. TURQUAN. — **Physique industrielle** : Expériences sur des cheminées et des échappements de locomotives, à l'Université de Purdue (États-Unis), p. 201; F. BARBIER. — **Variétés** : Inauguration du monument à la mémoire de Pasteur, à Paris, p. 203; — Monte-courroies fixe, système Reiger, p. 204; — Origines alimentaires de l'arsenic normal chez l'homme,

p. 204; — Emploi de l'air comme lubrifiant, p. 205. — École Centrale des Arts et Manufactures. Liste, par ordre de mérite, des élèves ayant obtenu le Diplôme d'Ingénieur des Arts et Manufactures ou le Certificat de capacité, p. 205.

SOCIÉTÉS SAVANTES ET INDUSTRIELLES : Société des Ingénieurs civils (1^{er} juillet 1904), p. 206; — Académie des Sciences (11 juillet 1904), p. 206. — **BIBLIOGRAPHIE** : Revue des principales publications techniques, p. 207; — Ouvrages récemment parus, p. 208.

Planche XIII : Laminoir à blindages des Forges nationales de la Chaussade.

MÉTALLURGIE

LA FABRICATION DES PLAQUES DE BLINDAGE aux Forges nationales de la Chaussade.

(*Planche XIII.*)

La Marine française vient d'installer à l'établissement des Forges nationales de la Chaussade, à Guérigny (Nièvre), une aciérie permettant de fabriquer de toutes pièces, les plaques de blindage et notam-

La nouvelle aciérie de Guérigny comprend toutes les installations nécessaires aux deux premières opérations; la troisième se fera dans un autre atelier du même établissement, avec des appareils encore en cours d'installation.

1^o FABRICATION DES LINGOTS. — L'acier est obtenu au moyen de deux fours Martin (fig. 1 et 4), à sole basique, d'une production respective de 12 et 18 tonnes, alimentés par une batterie de six générateurs ou gazogènes, système Poetter (fig. 2).

Les fours Martin sont placés dans le hall même de l'aciérie, tandis que les gazogènes sont montés dans un hangar annexe.

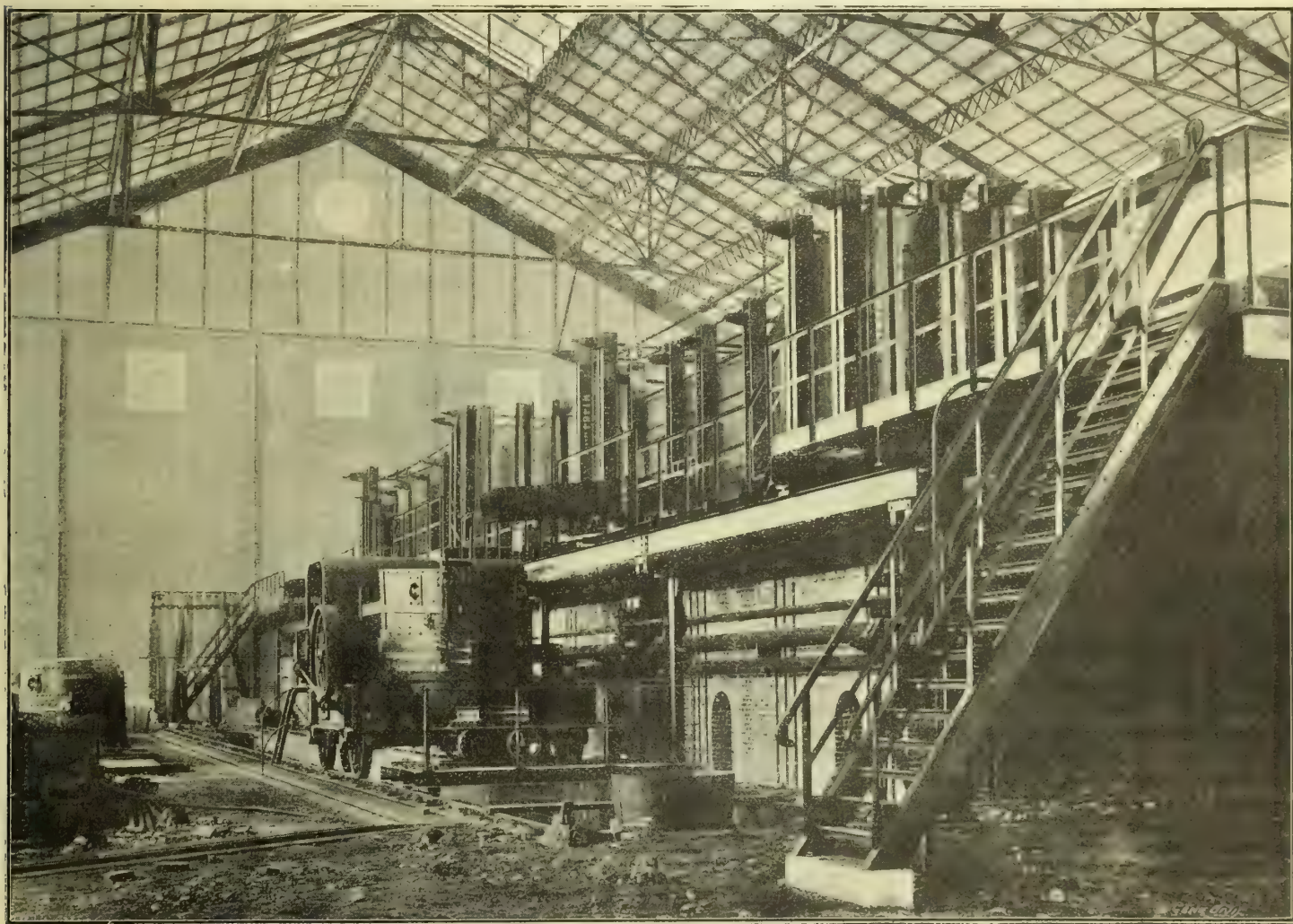


FIG. 1. — ACIÉRIE DES FORGES NATIONALES DE LA CHAUSSADE : Vue des fours Martin du côté de la coulée.

ment, les plaques de pont pour les cuirassés et croiseurs cuirassés en construction dans les arsenaux.

Nous allons décrire ici, sommairement, cette installation.

Comme on le sait, la fabrication des blindages comprend trois phases principales :

- 1^o La coulée des lingots;
- 2^o Le laminage;
- 3^o Le gabariage et le finissage.

Le hall, qui contient également les fours à réchauffer et le train de laminoir, est desservi, dans toute sa longueur, par un pont roulant électrique de 32 mètres de portée et de 60 tonnes de puissance.

Les fours Martin sont munis d'une grande plate-forme de service sur laquelle circulent les wagonnets apportant la fonte; celle-ci est introduite dans les fours au moyen d'une machine à charger électrique (fig. 4), du système Wellmann (1).

(1) Voir le *Génie Civil*, t. XL, n° 46, p. 257.

La poche de coulée est portée sur un chariot se déplaçant devant les fours au-dessus de la fosse où sont les lingotières; ce chariot est mû, à volonté, électriquement ou à bras. La poche, elle-même, peut être basculée, afin de pouvoir achever la coulée par le bec, au cas où il se produirait une obstruction ou un encrassement du trou de coulée, percé dans le fond. A une extrémité de la fosse se trouve un four spécial permettant de réchauffer l'intérieur de la poche avant la coulée.

Les fours Martin ont des laboratoires de $5^m2 \times 2^m1$ et $6^m5 \times 2^m5$, et sont pourvus de grands récupérateurs et de poches à scories très spacieuses. Le foyer repose sur des plaques de fonte disposées horizontalement et solidement entretoisées.

Pour empêcher le poids du foyer et de la charge de se reporter sur les chambres de récupération placées au-dessous, ces plaques de fonte sont supportées par de fortes poutres placées perpendiculairement à l'axe longitudinal du four et reposant sur les maçonneries extérieures des chambres.

Pour parer au danger d'une infiltration de métal à travers la sole du four, la partie supérieure des chambres est recouverte d'un dallage réfractaire, disposé de façon à conduire le métal liquide jusque dans la fosse de coulée, où il peut être recueilli sans grand dommage.

Les six gazogènes destinés à l'alimentation des fours ne présentent aucune disposition bien nouvelle. Le corps du gazogène est formé d'une enveloppe en tôle soutenue par six colonnes en fonte. A la partie inférieure du gazogène est une grille polygonale en lame de persienne, entourant une tuyère centrale par où se fait l'injection du mélange d'air et de vapeur; toute cette portion du gazogène est entourée d'un manchon cylindrique en tôle convenablement équilibré pour se relever facilement. Ce manchon fait fermeture étanche, haut et bas, au moyen d'un joint hydraulique. Cette disposition évite toute perte de gaz et permet un décrassage facile.

Le chargement se fait par une trémie placée à la partie supérieure et munie d'un sas. Le piquage se fait par six orifices percés dans la partie supérieure du générateur.

Entre le gazogène et la conduite de gaz est un cendrier à fermeture hydraulique, où se dépose la plus grande partie des poussières entraînées par le gaz; il y a un cendrier pour deux gazogènes. Ce cendrier peut être isolé des gazogènes ainsi que de la conduite de gaz au moyen de soupapes à clapet. Le gaz de la conduite peut être à volonté envoyé

dans l'une ou l'autre des chambres de récupération au moyen d'une cloche divisée en deux parties par une cloison diamétrale et placée sur une cuve à eau. Dans les quatre quadrants de la cuve (fig. 5), aboutissent :

Dans le quadrant 1 et dans le quadrant 3, les conduites des récupérateurs;

Dans le quadrant 2, la conduite de gaz venant des gazogènes;

Dans le quadrant 4, la conduite de fumée vers la cheminée.

On se rend compte facilement que, selon que la cloison de la cloche est orientée suivant le diamètre *ab* ou suivant le diamètre *cd*, les gaz sortant du four passent par le récupérateur 3 ou le récupérateur 1, tandis que les gaz à réchauffer traversent le récupérateur 1 ou le récupérateur 3. Cette cloche remplit donc la fonction d'un véritable robinet. Au moment de la manœuvre de la cloche, un clapet ferme automatiquement la conduite de gaz pour empêcher celui-ci de passer directement à la cheminée.

Les essais des fours et des gazogènes ont été faits aux mois de novembre et décembre 1903. Ils ont donné les résultats suivants (1) avec le four de 18 tonnes :

Charge.	Production d'acier.
20 000 kilogrammes.	18 790 kilogrammes.
19 000 —	17 790 —

Débris, mâchefers, déchets, parties brûlées : 5,1 %.

Consommation de charbon (charbon de Saint-Eloy, Loire) : 212 à 229 kilogr. par 1 000 kilogr. d'acier produit.

Des analyses de gaz répétées pendant plusieurs jours de marche régulière ont donné comme moyenne :

CO 30 à 27,
CO₂ 1 à 2.

Les charges se composaient de 30 à 32 % de fonte et de 70 % de riblons, dont 20 % en petits morceaux et 50 % en gros.

Les essais de rupture, exécutés sur des échantillons prélevés sur quelques charges ont donné les résultats indiqués dans le tableau suivant.

Ces résultats correspondent à de l'acier très doux et ont été regardés comme pleinement satisfaisants.

(1) D'après le *Stahl und Eisen*, du 13 mars 1904.

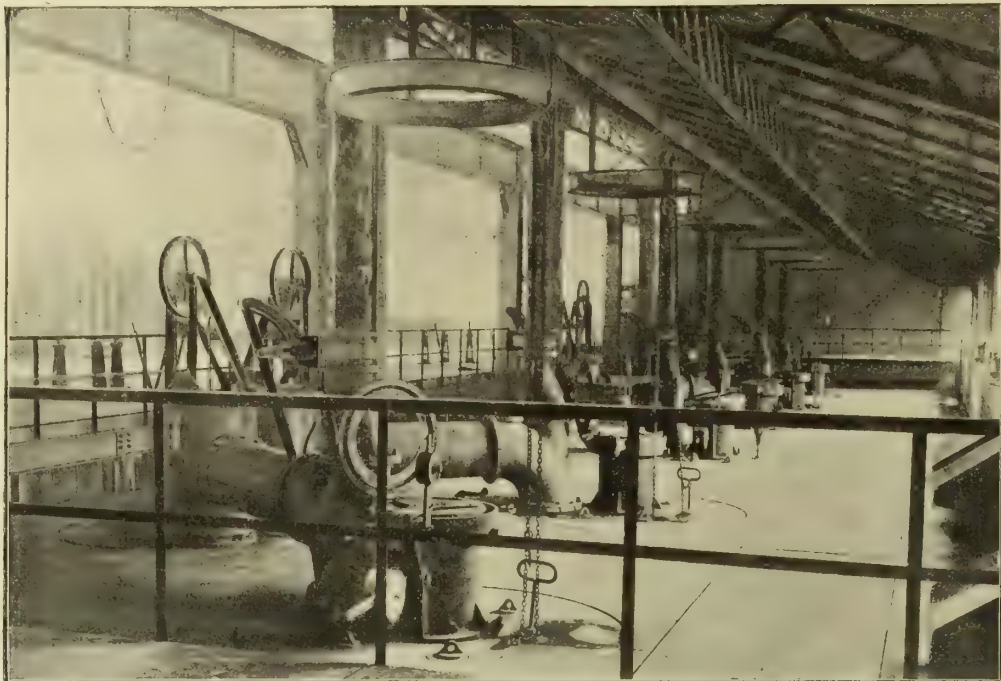


FIG. 2. — Vue de la partie supérieure des gazogènes.

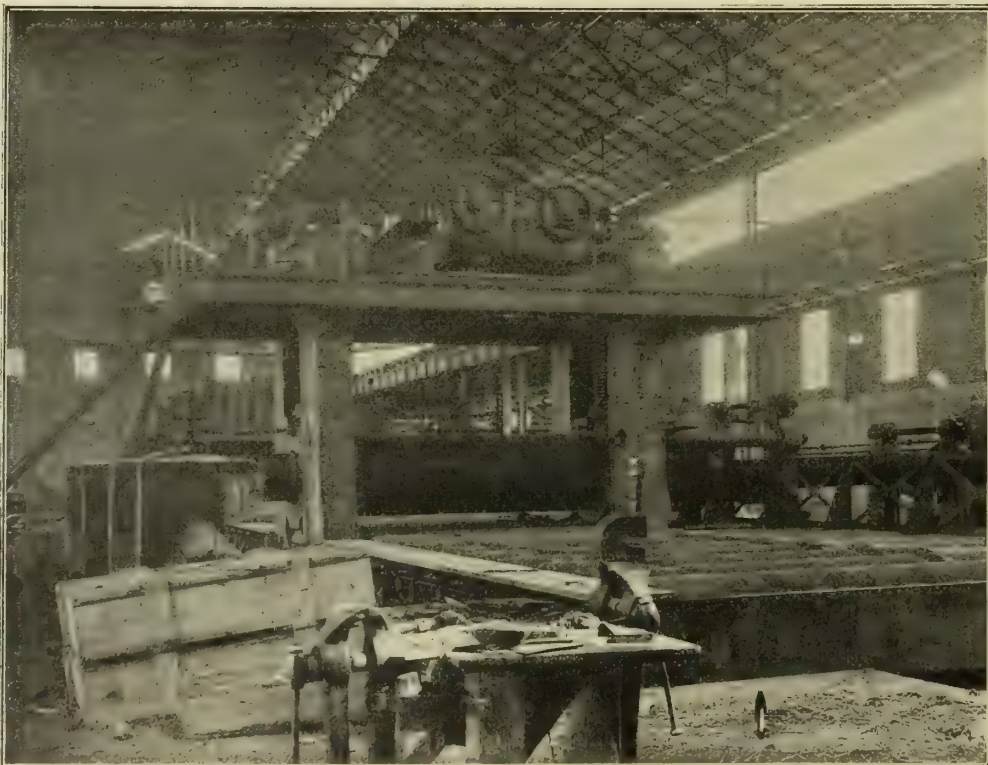


FIG. 3. — Vue du laminoir à blindages.

LAMINOIR A BLINDAGES DES FORGES NATIONALES DE LA CHAUSSEADE

Fig.1 à 4. Machine motrice reversible

Fig.1. Elévation

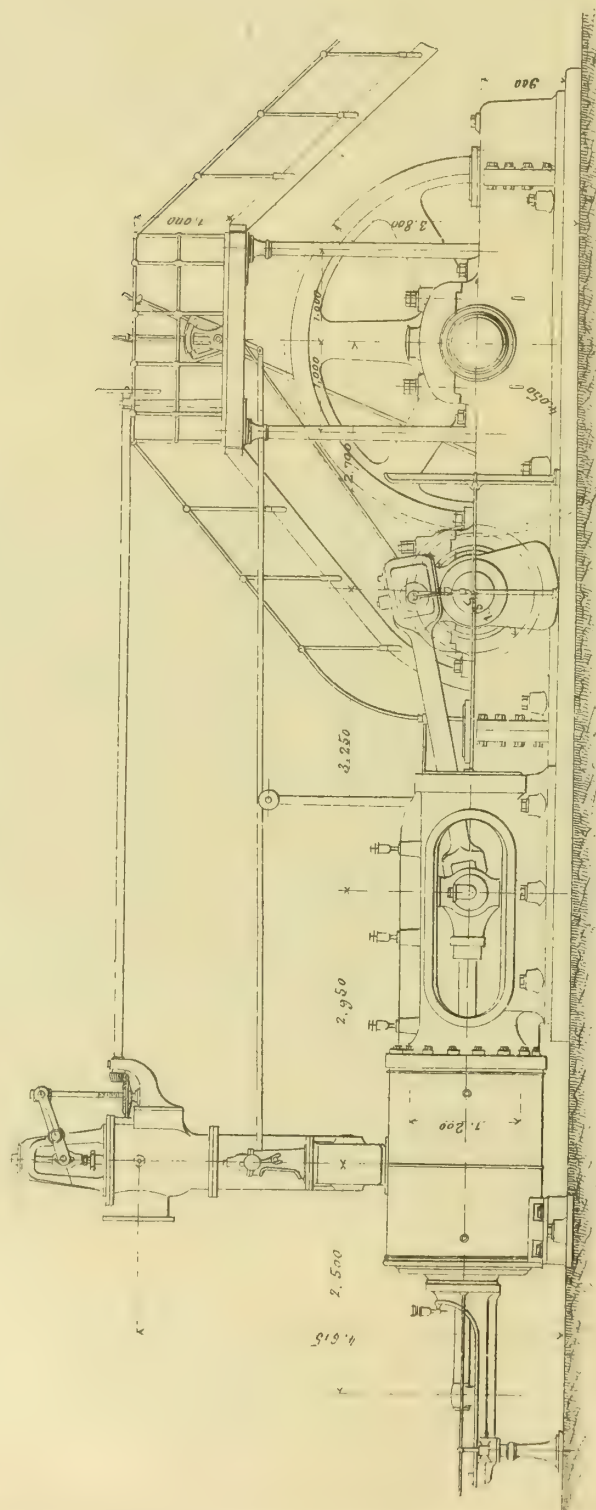


Fig.3. Coupe suivant ABCD

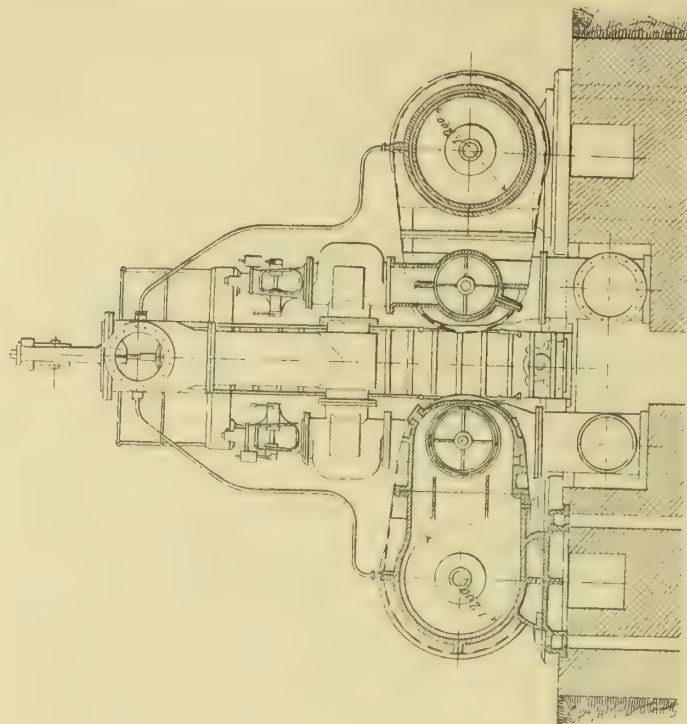


Fig.2. Plan

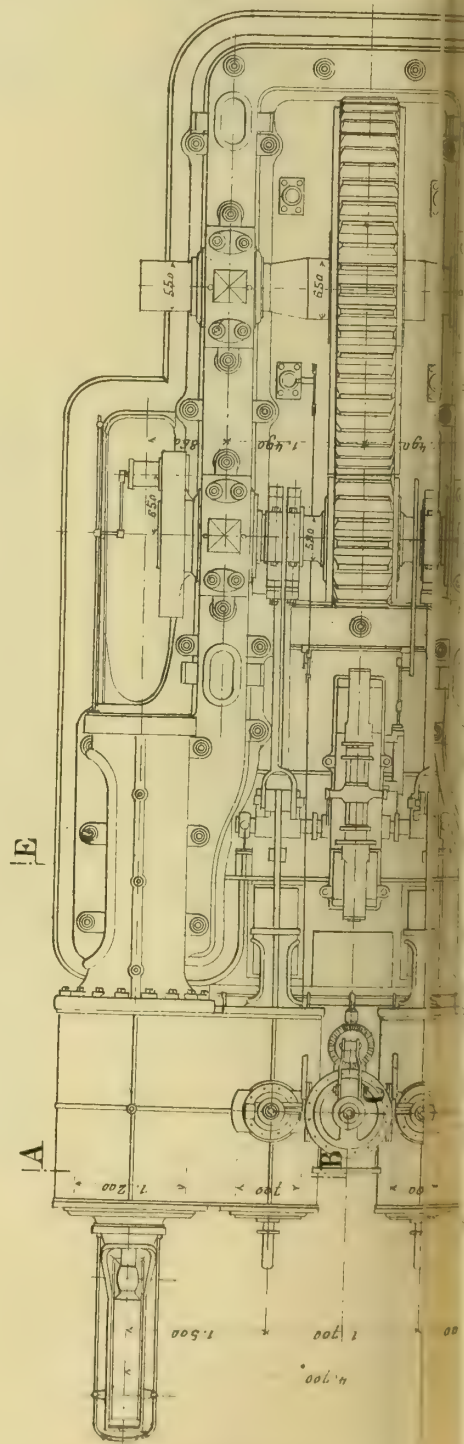


Fig.4. Coupe suivant EF

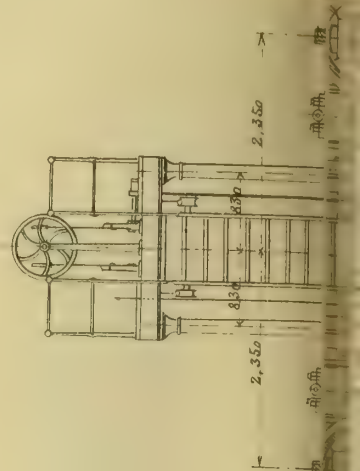


Fig. 5. Elevation et coupe du laminoir

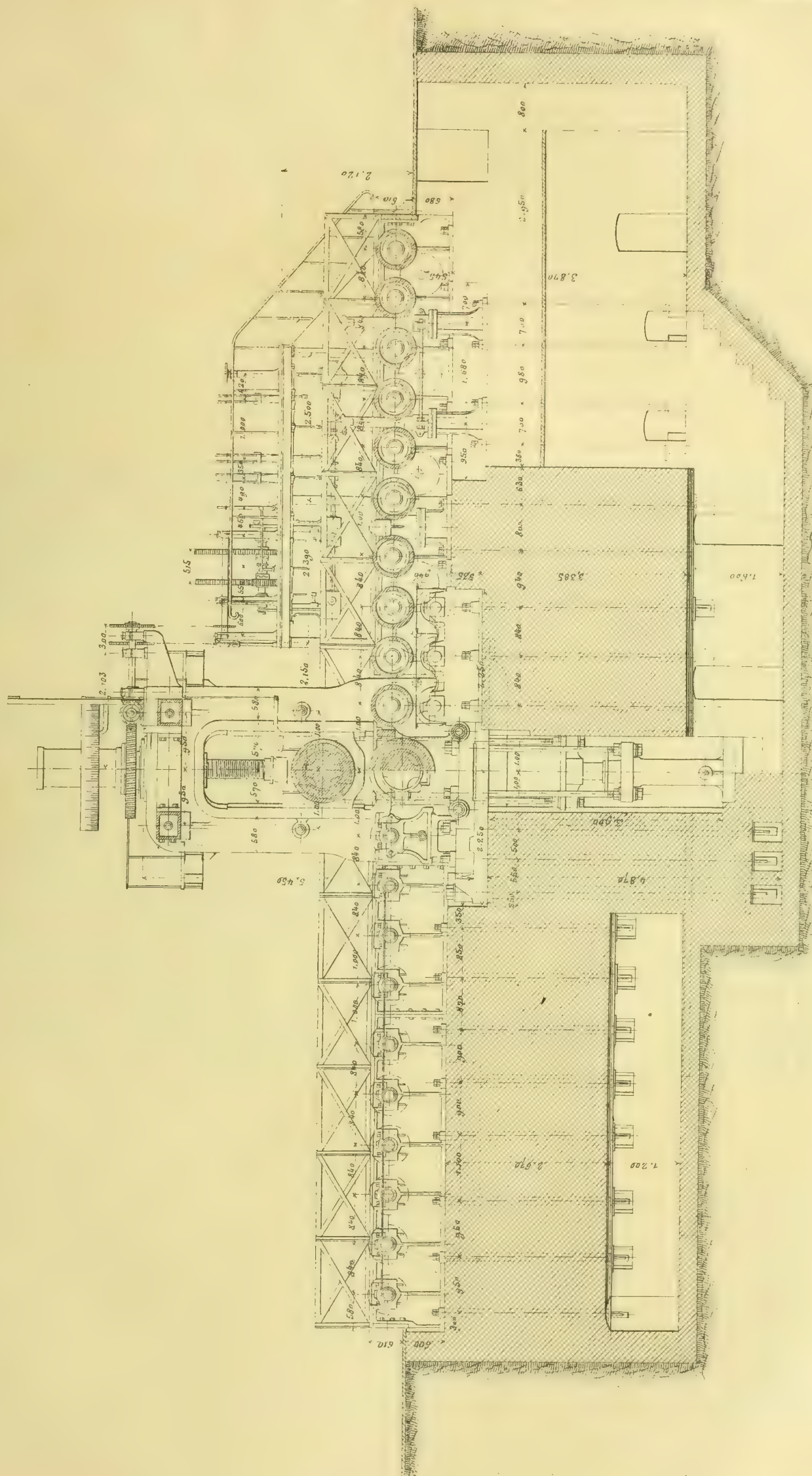


Tableau des essais de rupture.

LIMITE DE RUPTURE	ALLONGEMENT	LIMITE DE RUPTURE	ALLONGEMENT
kilogr.	‰	kilogr.	‰
44	27,8	38,5	34,5
40,2	26,8	42	29,3
37,7	28,9	39,3	27,4
36	31,5	38,6	29,5
39,8	29,7	41,7	29,5
37,8	31,5	39,8	28,5

2° LAMINAGE. — Le laminage d'une plaque de blindage comprend, en général, trois opérations :

- 1° Le réchauffage du lingot ;
- 2° L'ébauchage ;
- 3° Le finissage.

Entre l'ébauchage et le finissage, prend place un réchauffage de l'ébauche.

Le réchauffage se fait dans des fours à sole mobile, munis de lève-ports hydrauliques et de tireuses à vapeur. Le lingot, une fois

principal, lequel porte en son milieu le pignon de transmission. Les cylindres ont 1^m 200 de diamètre intérieur pour une course de 1^m 300 ; ils sont munis d'enveloppes de vapeur avec purgeurs automatiques.

Les tiroirs sont cylindriques, à double orifice pour diminuer les effets du laminage de la vapeur ; l'admission a lieu par les arêtes intérieures, ce qui réduit au minimum la perte de chaleur par rayonnement, et permet de soustraire à la pression les fonds et couvercles des boîtes de tiroirs. Ils sont actionnés chacun par deux excentriques attelés sur une coulisse genre Allan. Le changement de marche se fait au moyen d'un servo-moteur hydraulique très bien étudié, et la machine est aussi obéissante que possible, ce qui est une grande qualité pour un appareil dont la marche doit être renversée à tout instant.

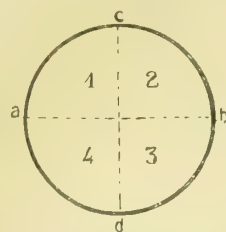


FIG. 5.

Le mécanicien est placé sur une plate-forme élevée, entre les deux cylindres, d'où il peut suivre facilement toutes les phases du laminage ; il a sous la main tous les organes principaux de sa machine, notamment les leviers de changement de marche et de purge, le

volant de manœuvre de la boîte d'arrêt de la vapeur, les leviers de manœuvre des registres des cylindres.

Cette machine, dont la marche est exceptionnellement douce et silencieuse, fournit aisément une puissance de 6 000 chevaux à l'al-

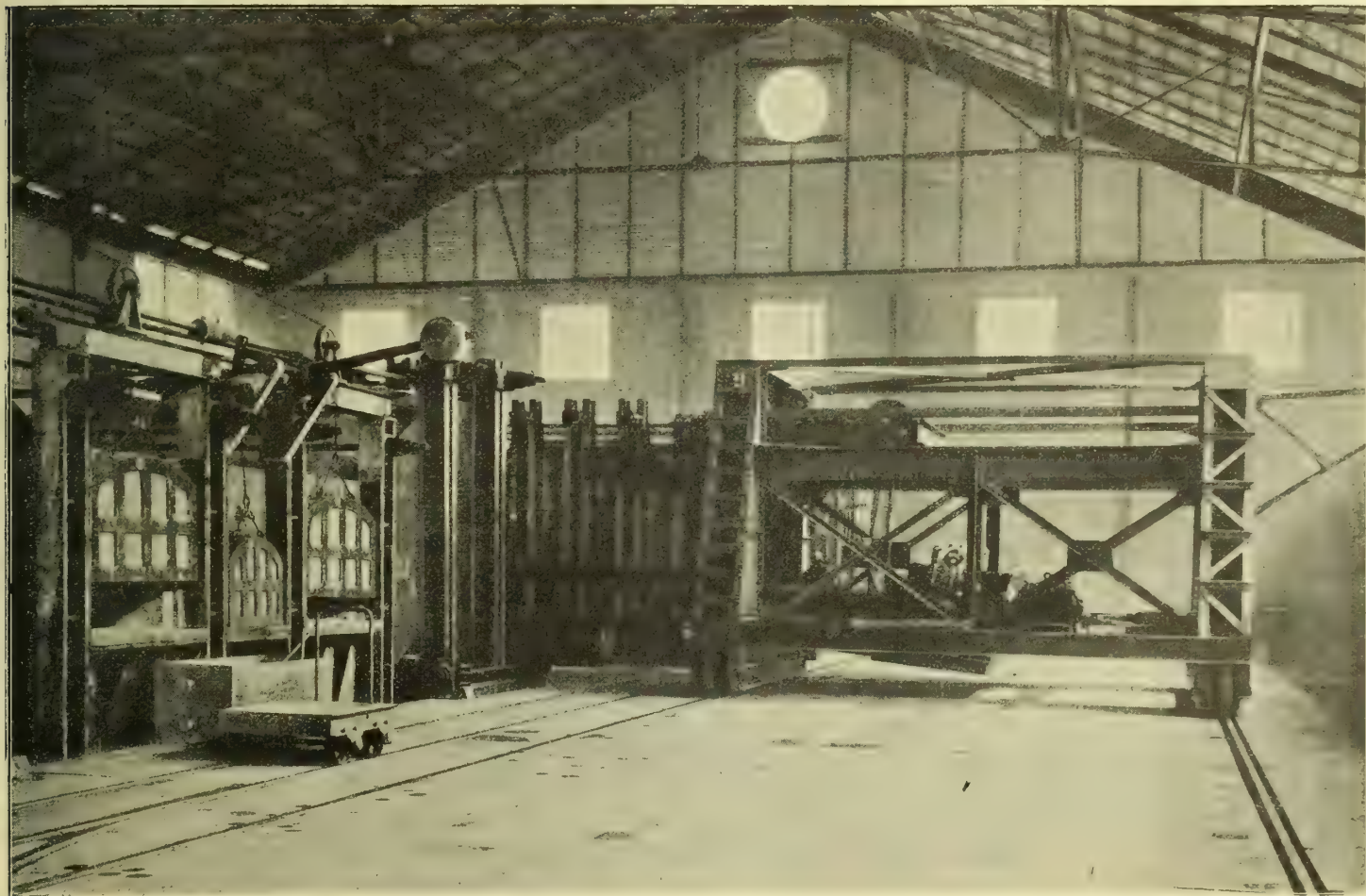


FIG. 4. — ACIÉRIE DES FORGES NATIONALES DE LA CHAUSSADE : Vue des fours et de la chargeuse Wellmann.

échauffé, est saisi par le pont roulant, dont il a été question plus haut, et transporté rapidement sur les rouleaux du train de laminage. Ce train, construit par la Société nouvelle des Établissements de l'Horme et de la Buire, est un puissant appareil, pesant près de 1 200 000 kilogr., en y comprenant la machine motrice proprement dite, le train et ses appareils auxiliaires. Il a été construit sur le type des laminageurs à blindages établis par la Markische Maschinenbau de Wetter Ruhr, pour les usines Krupp à Essen, et pour les Aciéries de la Marine à Saint-Chamond.

Pour la clarté de la description, nous parlerons d'abord de la machine motrice et de sa liaison avec les cylindres lamineurs, puis du tablier à rouleaux et des cylindres lamineurs constituant le train proprement dit, enfin des appareils accessoires à vapeur ou hydrauliques.

Machine motrice. — La machine motrice réversible (fig 1 à 4. pl. XIII) a deux cylindres à vapeur jumelés avec glissières cylindriques ; les pistons sont munis de contre-tiges avec patins de guidage. Chacune des bielles actionne par une manivelle une des extrémités de l'arbre

lure de 120 tours par minute, et peut être sans inconvénient poussée jusqu'à l'allure de 140 tours.

Train proprement dit. — La machine motrice actionne le train à blindages (fig. 5 pl. XIII) par l'intermédiaire d'un pignon en acier moulé calé sur l'arbre à manivelles et engrenant avec une roue dentée, également en acier moulé calée sur l'arbre intermédiaire. Une des extrémités de ce dernier arbre conduit l'allonge motrice au moyen d'un manchon d'accouplement, tandis que l'autre extrémité du même arbre est disposée pour recevoir éventuellement la commande d'un train blooming ou autre. La denture des engrenages ci-dessus est droite et non à chevrons, comme dans la plupart des appareils analogues. L'expérience a prouvé, en effet, que pour des roues d'aussi grande taille (le grand engrenage a 4^m 20 de diamètre extérieur et pèse 29 000 kilogr.), les difficultés de la fabrication ne permettent pas d'obtenir des engrenages à chevrons d'exécution assez irréprochable pour assurer l'engrènement. Les essais du laminage de Guérigny ont d'ailleurs complètement justifié le choix d'engrenages droits par l'excellence du

portage des dents obtenu, et l'absence complète de poussées longitudinales suivant l'axe des roues. Comme on l'a dit, un manchon d'accouplement réunit l'arbre intermédiaire à l'allonge motrice, laquelle commande à son tour les pignons de la cage du train au moyen d'un manchon manœuvré par des cylindres hydrauliques et constituant un véritable débrayage permettant d'isoler la machine motrice sans toucher au manchon de l'arbre intermédiaire.

Les pignons des cages sont en acier et, en raison de leur diamètre relativement réduit, leur denture est à chevrons.

A la suite des cages à pignons viennent les deux allonges; l'allonge supérieure peut prendre des inclinaisons variées sans entraver en rien le travail des manchons d'entraînement grâce à un système parfait d'équilibrage hydraulique.

Les cages à pignons principales constituent d'énormes pièces en fonte pesant chacune 50 000 kilogr., ce qui n'a pas été sans présenter des difficultés spéciales pour le transport en chemin de fer des ateliers de construction de l'Horme jusqu'à Guérigny. A leur partie supé-

Appareils auxiliaires. — Les lingots, à leur sortie du four, sont déposés par le pont roulant sur deux traverses soulevées par des pistons hydrauliques; en abaissant ces traverses, on fait reposer les lingots sur les rouleaux du tablier, disposés de part et d'autre des cylindres lamineurs, tandis que les traverses s'effacent entre les rouleaux. Ces derniers, en acier moulé, forment un tablier mouvant de 9 mètres de longueur de chaque côté des cages. Ils sont actionnés au moyen d'une machine à vapeur réversible, horizontale, à deux cylindres jumelés, avec changement de marche par coulisse, dont les données sont les suivantes :

Alésage des cylindres	millimètres. 350
Course	600

Cette machine commande les rouleaux au moyen d'une série d'engrenages en acier. Les rouleaux eux-mêmes sont à dilatation libre suivant leur axe et, pour prévenir l'échauffement de ces axes par conductibilité et les grippements éventuels des tourillons, il existe

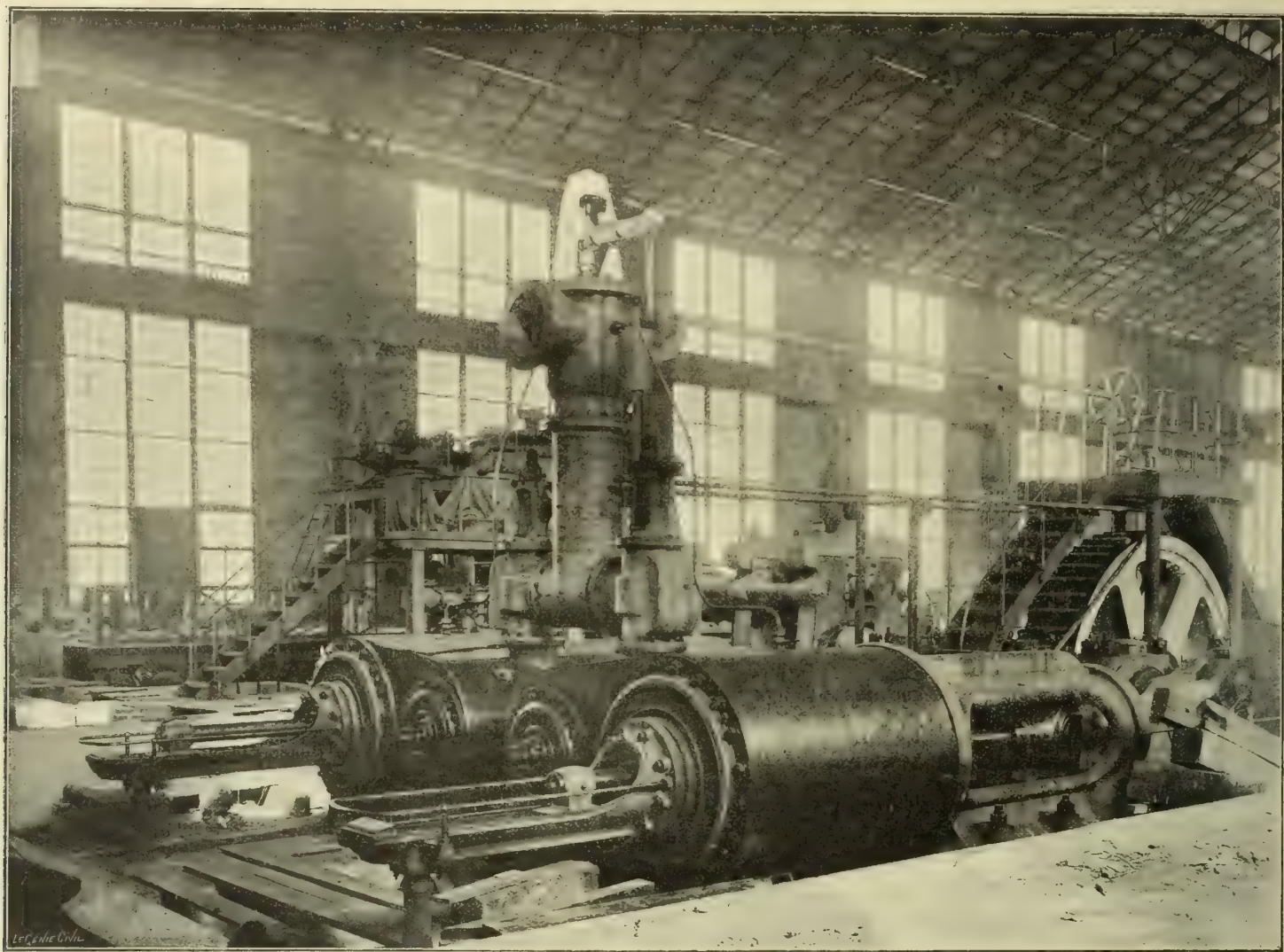


FIG. 6. — ACIÉRIE DES FORGES NATIONALES DE LA CHAUSSADE : Vue de la machine motrice du laminoir à blindages.

rieure elles sont fortement entretoisées, et les entretoises supportent le mécanisme de commande des vis de butée du cylindre supérieur. Une passerelle facilite l'accès de ces organes.

Les cylindres lamineurs en fonte ont un diamètre de 1^m400 et une longueur de table de 3^m700. Le cylindre supérieur est équilibré hydrauliquement et tend constamment à monter au contact des vis de butée qui règlent sa distance par rapport au cylindre inférieur; le mouvement de ces vis peut être très facilement rendu indépendant, ce qui, grâce aux empoises à rotule qui reçoivent les tourillons du cylindre supérieur, permet de laminier les plaques dites de *diminution*, c'est-à-dire les plaques à section trapézoïdales. On évite ainsi le rabotage ultérieur que beaucoup d'usines sont obligées de pratiquer pour obtenir ces plaques, leur fabrication est ainsi rendue aussi peu coûteuse que celle des plaques à faces parallèles; pour ces dernières, les mouvements des deux vis de butée sont rendus solidaires, et on se sert d'empoises ordinaires.

L'épaisseur maximum des lingots que l'on peut laminier est de 850 millimètres, et pour les lingots à section trapézoïdale la plus grande base du trapèze peut atteindre 1^m100; le poids des lingots peut aller jusqu'à 30 000 kilogr. On voit que ce laminoir est un des plus puissants outils du genre qui existent.

une circulation d'eau méthodique dans les paliers, l'eau arrivant par ceux qui sont le plus échauffés.

Les rouleaux servent à amener le lingot aux cylindres lamineurs et également à le mettre en travers quand il y a lieu. A cet effet, entre les rouleaux de chaque extrémité du tablier sont disposés six vérins hydrauliques à tête pointue. Pour mettre en travers, on soulève l'un des angles de la plaque au moyen d'un de ces vérins convenablement choisis, sa tête devient ainsi un centre de rotation pour la plaque qui pivote autour de ce point en roulant sur le tablier. Avec un peu d'habitude, le personnel arrive ainsi à donner rapidement à la plaque ou au lingot l'orientation voulue.

Les appareils hydrauliques, tant pour la réception que pour l'orientation, existent à chaque extrémité du tablier, de façon qu'il n'y ait jamais d'arrêt dans le laminage par suite de la rupture d'un tuyau d'eau ou d'un joint sous pression.

Le mécanicien de la machine motrice du tablier à rouleaux se trouve très bien placé sur une plate-forme élevée au-dessus de sa machine, d'où il peut voir la manœuvre à exécuter et recevoir les ordres du chef lamineur. Sur cette plate-forme se trouvent également placés les leviers de manœuvre des treuils à vapeur destinés à donner le serrage au cylindre lamineur. Ces treuils sont au nombre de deux,

du type vertical, à deux cylindres, avec manivelles calées à 90 degrés; les cylindres ont 150 millimètres d'alésage et 160 millimètres de course. Chaque treuil est à deux vitesses et, par l'intermédiaire d'une chaîne Galle, actionne une vis sans fin engrenant avec une roue dentée qui entraîne la vis de butée du cylindre lamineur supérieur. On a déjà vu que le mouvement de ces deux vis de butée pouvait être soit solidaire, pour le laminage des plaques d'épaisseur constante, soit indépendant pour le laminage des plaques de diminution. Dans le premier cas, les deux treuils et les vis sans fin sont accouplés, tandis que, dans le second cas, chaque treuil actionne séparément une vis de butée.

Les treuils étant à deux vitesses, on peut rapidement relever le cylindre supérieur quand besoin est, tandis que la petite vitesse permet de donner les serrages avec une grande précision. En fait, on peut très aisément donner le serrage, à un demi-dixième de millimètre près, tant les échelles de lecture de ce serrage sont étendues et les machines faciles à arrêter au point voulu. Ce serrage, ou plus exactement l'écartement des cylindres lamineurs, est indiqué à chaque instant par la somme des divisions lues sur une échelle verticale dont l'index monte et descend avec la vis de butée indiquant les millimètres, tandis que les fractions sont indiquées par des tambours rotatifs tournant avec les vis de butée elles-mêmes.

Lorsque les deux treuils de serrage sont accouplés pour le laminage *parallèle*, un seul mécanicien suffit à les manœuvrer, les deux leviers de manœuvre étant eux-mêmes accouplés. Tout le service du train et de ses diverses machines n'exige alors que trois mécaniciens : celui de la machine motrice du train, celui de la machine du tablier à rouleaux et celui des machines de serrage. Il faut y ajouter deux hommes pour le service du graissage et la manœuvre des distributeurs hydrauliques des appareils de réception et de mise en travers du lingot. Le laminage des plaques de distribution exige évidemment un mécanicien supplémentaire pour la manœuvre des treuils de serrage.

On voit combien est réduit le personnel nécessaire à la conduite d'un aussi puissant outil. Sans que personne ne bouge, avec quelques gestes seulement et en quelques minutes, on voit le lingot se trans-

former et arriver à l'état de plaque de blindage. L'apprentissage de ce personnel est d'ailleurs extrêmement rapide. A Guérigny, où les mécaniciens n'avaient jamais conduit d'appareil analogue, on a laminé, sans la moindre fausse manœuvre, le premier lingot présenté au laminoir tout aussi correctement que si l'on avait effectué ce travail depuis longtemps. Ce résultat fait honneur à l'intelligence et au dévouement du personnel, en même temps qu'il prouve l'excellence des dispositions adoptées pour le laminoir.

Après avoir passé quatre lingots dont un seulement en acier dur, à titre d'essai préliminaire, on a procédé avec un plein succès à l'essai officiel de recette consistant dans le laminage d'un lingot en acier au nickel-chrome de 10 800 kilogr. et de 595 millimètres d'épaisseur sur 1^m 260 de largeur.

L'ébauchage a duré vingt-cinq minutes pour amener le lingot à 193 millimètres d'épaisseur et 3 mètres de largeur.

Le finissage n'a duré que huit minutes et, pendant ce temps très court, la plaque a passé de l'épaisseur de 193 millimètres à celle de 40 millimètres. Le laminage a été arrêté à ce moment parce que la plaque avait atteint son épaisseur définitive et avait déjà plus de 11 mètres de longueur, mais elle était encore chaude et on aurait pu aisément l'amener à moins de 30 millimètres d'épaisseur.

Ce seul exemple montre la puissance d'un tel laminoir et le progrès réalisé avec ces machines motrices réversibles; des mécaniciens adroits arrivent d'ailleurs à les conduire en ne dépensant qu'une quantité de vapeur relativement réduite.

En résumé, le laminoir à blindages des Forges de la Chaussade constitue une machine véritablement au point et dont les divers éléments sont minutieusement étudiés tant au point de vue de leur montage et entretien qu'à celui de la facilité et de la simplicité de leur manœuvre. Ils ont été exécutés avec un tel soin dans leur moindre détail, qu'à la suite d'un montage rapide le laminoir a pu donner dès la mise en œuvre un fonctionnement parfait et régulier, et que la Commission de recette de la Marine a témoigné sa parfaite satisfaction.

A. BIZOT,
Ingénieur des Arts et Manufactures.

STATISTIQUE

LA RÉPARTITION DES AUTOMOBILES ET BICYCLETTES en France.

(Suite et fin¹.)

CHEVAUX ET VOITURES, CONCURRENCE DES AUTOMOBILES ET DES VÉLOCI-PÈDES. — Il nous a paru intéressant d'examiner comment se répartissent, en France, les chevaux et voitures, et de comparer cette répartition aux progrès de l'automobile et de la bicyclette.

Là encore, les états d'une taxe assimilée aux contributions directes, d'un impôt sur les chevaux et voitures, nous viendront en aide pour établir d'utiles comparaisons entre les chevaux et voitures et les nouveaux modes de transports, dont plusieurs automobilistes convaincus ont dit qu'ils supplanteront bientôt les chevaux et voitures. Nous ne saurions aller aussi loin, et il nous suffira, pour montrer la lutte qui pourrait exister entre le vélo et l'automobile d'une part, et le cheval de l'autre, que la proportion des bicyclettes et des automobiles est encore très faible là où les chevaux sont nombreux. Toutefois, il semble certain que dans quelques villes, citons Lyon et Paris (nous mettons Lyon le premier, parce que les chevaux y diminuent en nombre encore plus qu'à Paris), le long des fleuves et sur les bords de la Méditerranée la bicyclette et la voiture automobile semblent avoir lutté avec avantage contre le cheval.

Tout d'abord, examinons comment ont varié les chevaux et les voitures et ne parlons que des chevaux et voitures de luxe, mettant de côté les chariots, camions, voitures agricoles et les chevaux de travail.

Les chiffres publiés par l'Administration des Contributions directes⁽²⁾ sont reproduits dans le tableau I.

On voit que les voitures de luxe à quatre roues et les voitures des particuliers ont commencé à diminuer en 1890-1893, et tombent aujourd'hui rapidement; les voitures de luxe à deux roues n'ont commencé à diminuer qu'à partir de 1889.

Voyons maintenant les chevaux de luxe et de particuliers depuis la même époque (tableau II).

Bien entendu, nous ne nous occupons que des chevaux payant taxe entière, les autres, ainsi que les voitures de travail et d'agriculture, sont plutôt en progrès; on voit facilement que chevaux et voitures

semblent diminuer très sensiblement, pendant que les automobiles et vélocipèdes augmentent au delà de toute prévision.

Et maintenant, étudions comment se répartissent, en France, les chevaux et voitures; l'état indiquant par département, le montant de la contribution des chevaux et voitures, ainsi que la part contributive

TABLEAU I.

	NOMBRE DE VOITURES		TOTAL		NOMBRE DE VOITURES		TOTAL
	A 4 ROUES	A 2 ROUES			A 4 ROUES	A 2 ROUES	
1889	180 759	86 318	226 277	1897	177 938	95 188	273 126
1890	180 954	87 623	268 577	1898	176 750	96 841	273 591
1891	180 854	88 568	269 422	1899	174 087	97 445	271 532
1892	180 306	89 594	269 900	1900	164 924	90 781	255 705
1893	180 185	91 458	271 343	1901	161 590	90 567	252 157
1894	179 732	92 167	271 899	1902	158 144	89 685	247 829
1895	178 666	93 018	271 684	1903	155 445	89 339	244 784
1896	178 892	93 783	272 675				

de chaque habitant, est représenté par le tableau de la page 198.

D'après ce tableau, examinons quelle est la part contributive pour 100 habitants de divers départements dans la taxe des chevaux et voitures. C'est dans la Savoie que l'on compte le moins de chevaux et de

TABLEAU II.

	CHEVAUX (Taxe entière)		CHEVAUX (Taxe entière)		CHEVAUX (Taxe entière)
1889	180 759	1894	179 732	1899	174 087
1890	180 954	1895	178 666	1900	164 924
1891	180 854	1896	178 892	1901	161 590
1892	180 306	1897	177 938	1902	158 144
1893	180 185	1898	176 750	1903	155 445

voitures (7 fr. 25 pour 100 habitants), puis dans la Haute-Savoie (8 fr. 95). Il n'y a rien d'étonnant à trouver dans ces départements, malgré leur pauvreté, un nombre inattendu de vélos et d'automobiles. Ce n'est plus le plaisir, mais le besoin de communications et de transports rapides qui en est la cause. Viennent ensuite la Corrèze,

(1) Voir le *Génie Civil*, t. XLV, n° 46, p. 466, et n° 47, p. 482.

(2) Bulletin et documents statistiques de la Direction générale des Contributions directes de 1889 à 1903.

Part contributive de chacun pour les chevaux et voitures. Proportion des automobiles en fonction des chevaux et voitures.
Contributions sur les chevaux et voitures.

	POPULATION	CONTRIBUTIONS sur les voitures chevaux, mules et mulâtres	NOMBRE D'AUTOMOBILES	PROPORTION DES AUTOMOBILES pour 100 000 francs de cette taxe	PART CONTRIBUTIVE MOYENNE de chacun pour les chevaux et les voitures		POPULATION	CONTRIBUTIONS sur les voitures chevaux, mules et mulâtres	NOMBRE D'AUTOMOBILES	PROPORTION DES AUTOMOBILES pour 100 000 francs de cette taxe	PART CONTRIBUTIVE MOYENNE de chacun pour les chevaux et les voitures
		francs		francs	francs			francs		francs	francs
Ain	350 416	96 000	128	433	27	Lozère	128 866	18 500	2	11	14,35
Aisne	535 383	190 000	300	158	35,50	Maine-et-Loire	514 658	272 000	246	90	53
Allier	422 024	152 000	455	102	36	Manche	491 372	188 500	85	45	38,50
Alpes (Basses-)	115 021	29 000	13	45	25,10	Marne	432 882	204 200	363	178	47,20
Alpes (Hautes-)	109 510	17 000	20	118	15,55	Marne (Haute-)	226 515	74 200	95	127	32,75
Alpes-Maritimes	293 213	72 000	334	465	24,60	Mayenne	313 103	178 500	70	30	57,25
Ardèche	353 564	54 000	86	160	15,25	Meurthe-et-Moselle	484 722	98 500	252	255	20,40
Ardennes	315 589	82 000	152	185	26	Meuse	283 480	75 400	131	173	26,60
Ariège	210 527	35 000	46	56	16,70	Morbihan	563 468	85 900	59	69	15,25
Aube	246 163	103 000	229	222	42	Nievre	323 783	421 800	104	85	37,80
Aude	313 531	125 000	153	122	50	Nord	1 866 994	386 200	639	165	20,75
Aveyron	382 074	64 400	55	86	16,85	Oise	407 808	187 000	317	168	45,85
Bouches-du-Rhône	734 347	210 000	507	252	28,65	Orne	3 6 952	156 000	139	89	47,60
Calvados	410 178	216 700	196	90	53	Pas-de-Calais	953 391	209 000	323	155	24,90
Cantal	230 511	51 200	17	33	22,25	Puy-de-Dôme	544 194	149 500	167	140	22
Charente	350 305	140 800	121	86	40	Pyrénées (Basses-)	426 347	101 500	107	102	24,75
Charente-Inférieure	452 149	177 800	124	70	39,20	Pyrénées (Hautes-)	215 516	54 800	44	75	25,50
Cher	345 513	137 000	132	96	39,75	Pyrénées-Orientales	212 121	35 700	68	190	16,85
Corrèze	318 422	52 600	20	57	13,30	Territoire de Belfort	92 304	10 600	93	930	10,83
Corse	295 589	44 000	3	7	13,85	Rhône	843 179	200 000	509	254	23,70
Cote d'Or	361 626	140 000	198	111	38,75	Saône (Haute-)	266 605	36 000	103	286	13,50
Côtes-du-Nord	609 349	107 000	60	56	17,60	Saône-et-Loire	620 360	159 100	241	151	25,65
Creuse	277 834	55 000	47	85	19,80	Sarthe	422 699	214 000	275	129	50,80
Dordogne	452 951	135 000	91	67	29,85	Savoie	254 781	18 500	52	280	7,25
Doubs	298 864	59 000	215	365	19,85	Savoie (Haute-)	263 803	23 500	31	132	8,95
Drôme	297 321	101 000	144	112	33,10	Seine	3 669 930	1 045 000	4 510	430	28,50
Eure	334 781	222 700	338	152	66,75	Seine-Inférieure	853 883	330 000	590	178	38,60
Eure-et-Loir	275 433	151 000	203	134	55	Seine-et-Marne	358 321	174 000	429	246	48,95
Finistère	773 014	170 000	99	58	22	Seine-et-Oise	707 325	320 000	1 116	357	45,30
Gard	420 836	126 500	198	156	30,75	Sèvres (Deux-)	342 474	134 000	125	93	39,25
Garonne (Haute-)	448 481	214 000	118	55	47,80	Somme	537 848	227 000	330	145	42,20
Gers	238 448	137 900	76	55	57,85	Tarn	332 093	92 000	95	103	27,75
Gironde	821 111	327 000	359	110	39,90	Tarn-et-Garonne	195 669	103 000	39	38	52,60
Hérault	489 421	207 000	214	103	42,25	Var	326 949	85 000	169	199	26
Ille-et-Vilaine	613 567	202 000	144	71	33	Vaucluse	236 384	101 000	151	149	42,75
Indre	288 788	125 000	100	80	43,50	Vendée	441 311	120 000	95	79	27,10
Indre-et-Loire	335 541	185 800	271	116	55,50	Vienne	336 343	158 000	137	87	47
Isère	568 693	147 500	248	168	26	Vienne (Haute-)	381 753	91 000	76	83	23,80
Jura	261 288	44 500	101	243	15,90	Vosges	421 104	62 000	199	320	14,75
Landes	291 586	76 000	52	69	26,10	Yonne	321 062	159 000	175	110	49,50
Loir-et-Cher	275 538	136 900	191	110	49,75						
Loire	647 633	142 000	272	191	21,90	France. Total	38 961 945	12 350 000	19 886	161	31,75
Loire (Haute-)	314 658	60 000	28	56	19,15	Paris	2 714 068	■	■	■	■
Loire-Inférieure	664 971	205 500	216	105	30,85	Seine sans Paris	955 862	■	■	■	■
Lot	366 669	189 100	244	129	51,60						
Lot-et-Garonne	226 720	54 500	18	33	24						
	278 740	160 800	102	63	57,50	Total sans la Seine	35 292 015	11 305 000	15 376	136	32

la Corse, la Lozère: là aussi, pays pauvres, mais dans lesquels on ne compte ni bicyclettes ni automobiles, ou du moins, où l'on n'en compte encore que fort peu: la part contributive de 100 habitants pour chevaux et voitures y est de 10 à 15 francs. Or pareille part contributive pour le même groupe d'habitants est constatée dans trois départements formant un bloc: les Vosges, le territoire de Belfort, la Haute-Saône: là on trouve de la richesse et beaucoup de bicyclettes et de voitures automobiles; on y rencontre en revanche fort peu de chevaux, les chiffres en font foi. Les usines y ont trouvé un excellent terrain pour le placement de leurs machines. A ces trois départements viennent se joindre, pour à peu près la même part contributive, 15 à 20 francs pour 100 habitants dans la taxe des chevaux et voitures, le Jura et le Doubs. Ceci confirme donc ce qui a été remarqué déjà; c'est dans cette région qui est dépourvue de chevaux (toutes proportions gardées bien entendu) que l'automobilisme et le cyclisme ont le plus fait de progrès. Même phénomène d'ailleurs, nous l'avons constaté, de l'autre côté du Jura et des Vosges, mais la production est plus intense sur le coté français.

Comptent seulement de 15 à 20 francs pour chevaux et voitures (groupes de 100 habitants), les pays pauvres: Hautes-Alpes, Ariège, Aveyron, Ardèche, Creuse, Côtes-du-Nord.

Part contributive, pour 100 habitants, de chaque département dans la taxe des chevaux et voitures.

- 5 à 10 francs. Savoie (7 fr. 25), Haute-Savoie, (8 fr. 95).
- 10 à 15 — Corrèze, Corse, Lozère, Belfort, Haute-Saône, Vosges.
- 15 à 20 — Hautes-Alpes, Ardèche, Ariège, Aveyron, Côtes-du-Nord, Creuse, Doubs, Jura, Haute Loire, Morbihan, Pyrénées-Orientales.
- 20 à 25 — Alpes-Maritimes, Cantal, Finistère, Loire, Lot, Meurthe-et-Moselle, Nord, Pas-de-Calais, Puy-de-Dôme, Basses-Pyrénées, Rhône, Saône-et-Loire, Haute-Vienne.
- 25 à 28 — Ain, Basses-Alpes, Ardennes, Isère, Landes, Meuse, Hautes-Pyrénées, Tarn, Var, Vendée.
- 28 à 30 — Bouches-du-Rhône, Dordogne, Seine.
- 30 à 32 — Gard, Loire-Inférieure. (Moyenne générale).
- 32 à 35 — Drôme, Ile-et-Vilaine, Haute-Marne.

35 à 40 francs.	Aisne, Allier, Charente-Inférieure, Côte-d'Or, Gironde, Manche, Nièvre, Seine-Inférieure, Deux-Sèvres.
40 à 45 —	Aube, Aude, Charente, Hérault, Indre, Seine-et-Oise, Somme, Vaucluse.
45 à 50 —	Haute-Garonne, Loir-et-Cher, Marne, Oise, Orne, Seine-et-Marne, Vienne, Yonne.
50 à 55 —	Calvados, Loiret, Maine-et-Loire, Sarthe, Tarn-et-Garonne.
55 à 60 —	Eure-et-Loir, Gers, Indre-et-Loire, Lot-et-Garonne, Mayenne.
66,75	Eure.

Examinons la situation de la moyenne générale; contrairement au phénomène économique ordinairement constaté qui veut, qu'à la moyenne viennent se grouper le plus grand nombre de départements, ici nous n'en trouvons qu'un ou deux: la Loire-Inférieure et le Gard. Nous constatons un fort groupe de 46 départements qui ont peu de chevaux et nous y trouvons: la Seine, le Rhône, les Bouches-du-Rhône, et en général les départements qui renferment de grandes villes; l'automobilisme et le cyclisme y devaient être forcément en honneur.

Voyons maintenant un autre groupement de 40 départements autour d'une moyenne élevée, 45 à 50 francs par 100 habitants pour la taxe des chevaux et voitures. Nous y trouvons, de préférence, les départements de Gascogne, de Normandie, les environs de Paris; or, dans les deux premières régions, il y a peu de bicyclettes et d'automobiles, toutes proportions gardées et dans les environs de Paris, il y a beaucoup de machines, soit vélos, soit automobiles, en même temps que beaucoup

le Massif Central, dans le centre de la Bretagne; d'autre part, il y a beaucoup d'automobiles dans tout l'Est et le Sud-Est, du Luxembourg aux Pyrénées-Orientales; de même beaucoup d'automobiles dans le bassin de la Seine avec maximum dans la Seine et jusqu'à la Loire. Tout le reste de la France est à conquérir, car on s'en tient encore aux anciens moyens de transports.

Il est intéressant de voir comment, à cet égard, se disposent les départements d'après la comparaison entre le nombre des automobiles et la somme de 100 000 francs payée par les habitants pour les chevaux et voitures.

Hors de pair, comme pauvreté en automobiles: la Corse et la Lozère. Hors de pair comme succès de l'automobile: Belfort, les Alpes-Maritimes, les Vosges, le Doubs, la Seine-et-Oise, tous départements où la richesse est grande.

Et, comme tout à l'heure, deux groupes, mais infiniment plus distincts: 1° de 30 à 100 automobiles seulement d'une part, départements qui en possèdent le moins eu égard aux chevaux et voitures: Bretagne et Normandie, à l'Ouest; Massif Central et Gascogne, au Midi; 2° de 130 à 930 automobiles, pour les départements qui en voient circuler le plus: Est et Bassin de la Seine.

Et maintenant, combien de vélos pour 1 000 chevaux? Nous en comptons 300 pour tout l'ensemble de la France. Ce qui fait à peu près un vélo pour trois chevaux, telle est la moyenne générale: mais combien de différences, d'une région à l'autre, d'un département à l'autre!

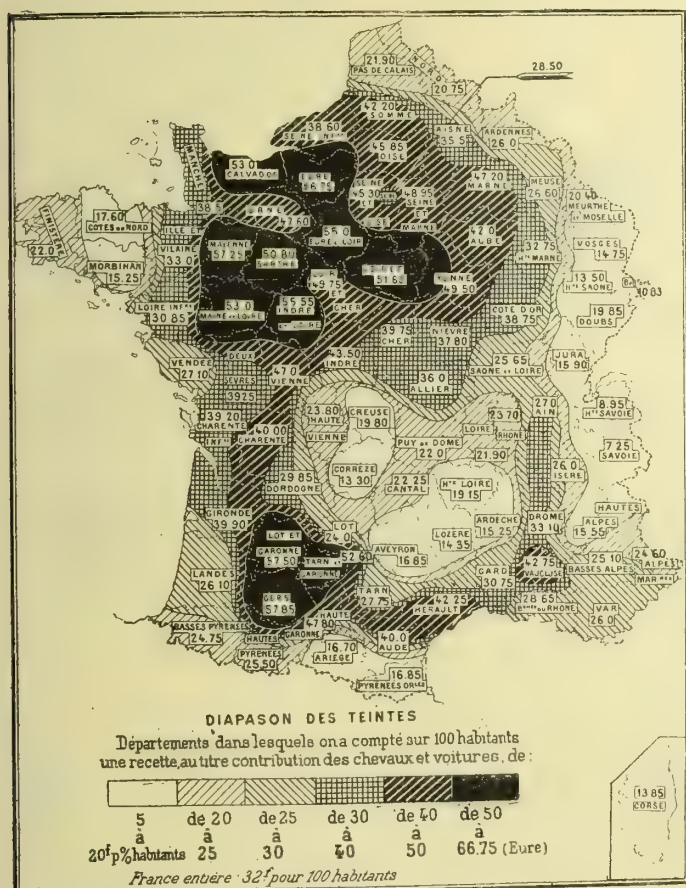


Fig. 5. — Répartition des chevaux et voitures par rapport à la contribution par 100 habitants, dans les différents départements.

de chevaux; cela trouve son explication dans l'activité plus grande produite par la proximité de la capitale.

Prenons ensuite les départements qui paient le plus d'impôt sur les chevaux et voitures: l'Eure, l'Eure-et-Loir, la Mayenne, l'Indre-et-Loire, qui forment un bloc bien déterminé, et, dans le Midi, le Gers, le Tarn-et-Garonne et le Lot-et-Garonne où se trouvent beaucoup de chevaux: de ces deux groupes, le premier possède beaucoup d'automobiles et de vélos, le second fort peu. L'explication en est dans l'état de la richesse des uns, fort visités par les représentants des maisons fabriquant les machines, tandis que le sport nouveau n'est pas autant en honneur dans le Midi où il y a moins de richesse, et peut-être aussi moins d'activité des maisons pour leurs placements.

Mais une carte fera mieux comprendre ce qui pourra être dit sur la répartition de la taxe des chevaux et voitures et son examen donnera certainement l'explication de bien des remarques qui ont été suggérées par les cartes précédentes, relatives à la production et à la consommation des machines.

Dans tout l'Est, depuis la Meurthe-et-Moselle jusqu'à la Méditerranée, peu de chevaux; même remarque le long des Pyrénées, dans

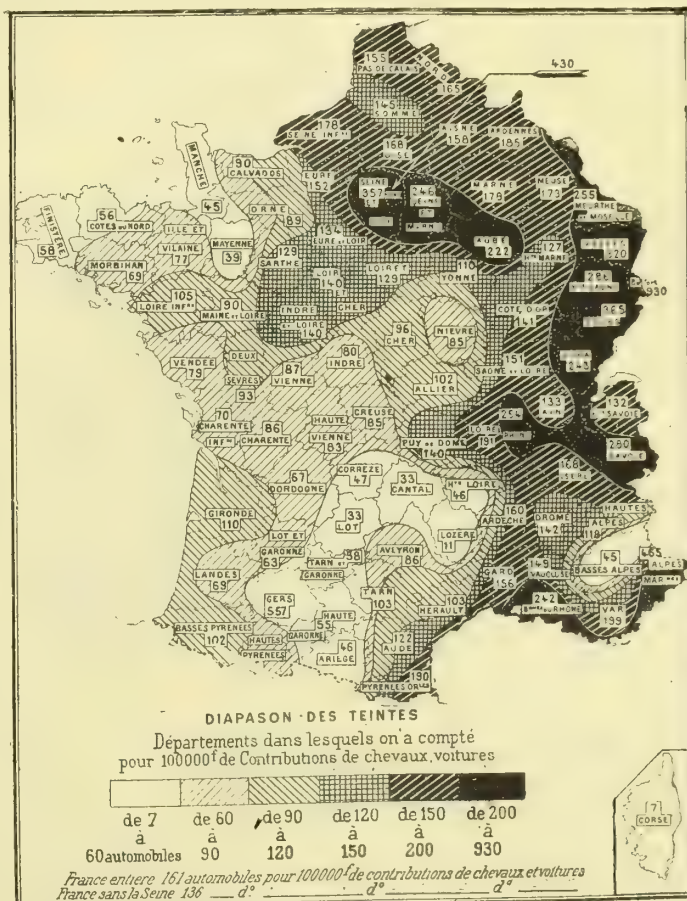


Fig. 6. — Répartition des chevaux et voitures pour 100 000 francs de contributions, dans les différents départements.

Les départements qui comptent moins de 100 bicyclettes sur 1 000 chevaux sont: le Cantal, le Gers, les Landes, dans le Midi, pays pauvres et possédant peu de chevaux, et la Mayenne, la Manche, l'Orne, dans l'Ouest, pays riches, possédant une nombreuse cavalerie.

Autres départements qui possèdent encore moins de vélos: la Corse, qui compte 26 vélos pour 1 000 chevaux, les départements bretons qui ne comptent que 40 à 50 vélos par 1 000 chevaux, cela pour deux raisons: les habitants possèdent peu de richesse, mais un nombre relativement élevé de chevaux.

Au contraire, nous constatons une grosse proportion de bicyclettes, sans cependant égaler l'effectif de la cavalerie, dans la Gironde, le Nord, la Seine-et-Marne, la Vaucluse, la Saône-et-Loire (400 à 500 vélos contre 1 000 chevaux). Là commence à s'accroître la région que vient de conquérir la bicyclette.

Comptent de 500 à 800 bicyclettes contre 1 000 chevaux: les Bouches-du-Rhône, le Var, la Loire, la Seine-et-Oise, qui comprennent de grandes villes, Marseille, Toulon, Saint-Étienne, Versailles, et de grosses banlieues, surtout dans la Seine-et-Oise, qui comprend la grande ceinture de Paris,

tion qui existe entre les machines automobiles et les bicyclettes se maintient entre 50 et 80 vélos contre une automobile. Cela est tellement vrai que si le nombre des vélos et des automobiles semble, dès maintenant, avoir conquis tout le bassin de la Seine, et s'y maintenir (voir la carte de France montrant leur répartition géographique) d'une façon presque uniforme, cela provient certainement de ce fait : le nombre de vélos représente, en capital, dans cette région, précisément le capital constitué par les automobiles.

Par exemple, 50 vélos représentent ensemble une dizaine de mille francs, c'est ce que vaut encore une bonne automobile. Rappelons que nous avons vu, au commencement de ce travail, que la somme représentée par l'ensemble des vélos, en France, représente précisément la même somme que les automobiles, soit 200 millions pour chacune.

Pour en revenir à notre sujet et arriver à des conclusions, faisons remarquer que les véhicules que nous avons examinés quant à leur nombre, leur progrès et leur répartition géographique sur le territoire français, peuvent se diviser en trois catégories, d'ailleurs établies par leur aspect : les vélocipèdes, les motocycles et les automobiles.

Il est peut-être regrettable que les besoins fiscaux n'aient pas encore établi de catégories dans les automobiles, car il aurait été intéressant, au point de vue industriel et de l'avenir des moteurs divers, de connaître l'importance des automobiles d'après la nature et la force de leurs moteurs.

Quant aux bicyclettes, on peut dire d'elles qu'elles sont presque arrivées au terme de leur progrès, c'est-à-dire à leur perfection.

Les autres véhicules peuvent être distingués actuellement par la nature des moteurs : automobiles à vapeur, en général appliquées aux lourdes charges, aux « poids lourds » ; automobiles à essence de pétrole avec moteurs à explosion, voitures de tourisme par excellence ; automobiles électriques par accumulateurs, qui sont des voitures de ville, obligées à ne pas s'éloigner de leur point d'attache, en vue d'assurer leur ravitaillement électrique.

PHYSIQUE INDUSTRIELLE

EXPÉRIENCES SUR DES CHEMINÉES ET DES ÉCHAPPEMENTS de locomotives, à l'Université de Purdue (États-Unis).

GÉNÉRALITÉS. — L'étude des phénomènes qui accompagnent le fonctionnement d'une locomotive se fait généralement, en Europe, à l'aide d'observations recueillies pendant la marche. En Amérique, l'installation de laboratoires d'essais spéciaux a permis d'analyser ces phénomènes d'une manière beaucoup plus simple, plus économique et surtout plus certaine, en éliminant les difficultés inhérentes à la variabilité des régimes, aux fluctuations atmosphériques et aux sujétions de l'exploitation.

Parmi ces établissements, le laboratoire de l'Université de Purdue, aux États-Unis, a déjà, sous la direction du professeur Goss, produit des résultats remarquables, qui ont puissamment contribué à faire progresser la construction des locomotives en Amérique et à épargner les sommes considérables que l'on consacre en frais d'études, en innovations, sur lesquelles on ne peut se former une opinion qu'au bout d'un temps très long, et en observations, d'un caractère parfois douteux, sur des machines placées dans les conditions du service courant.

Les dernières expériences auxquelles a procédé M. Goss, à Purdue, pour établir la relation qui existe entre l'effet de l'échappement, la position de la tuyère et les dimensions des cheminées, présentent un intérêt particulier, en raison de leur importance et des conclusions qui en ont été tirées. Nous nous proposons d'en donner un compte rendu sommaire, mais il convient, auparavant, de rappeler les résultats des recherches qu'a faites en 1896, sur le même sujet, M. von Borries à Hanovre (Allemagne) et dont M. Goss s'est d'ailleurs inspiré dans sa nouvelle étude.

Pour que le tirage soit énergique en même temps qu'uniforme, il faut que la locomotive ait atteint une vitesse assez grande, afin que les coups d'échappement se succèdent rapidement ; dans ce cas, l'orifice de la tuyère peut être largement ouvert. Mais si la vitesse de la locomotive est faible, les intervalles entre les coups d'échappement sont plus longs et il vaut mieux régulariser l'écoulement de la vapeur, et par suite le tirage, en rétrécissant l'orifice de la tuyère, de manière à augmenter la durée de cet écoulement.

M. von Borries a déterminé, pour un type quelconque de locomotive, la vitesse de marche au-dessus de laquelle la vapeur d'échappement sera expulsée par le piston, à une vitesse supérieure à sa vitesse propre d'écoulement. Il a montré l'effet variable du jet d'échappement, suivant la position de l'orifice supérieur de la tuyère et déduit de ses expériences la forme et les dimensions de cheminées les plus convenables. Ces essais l'ont conduit à préconiser l'emploi de cheminées coniques, plutôt que cylindriques. Leur diamètre devra être assez faible pour que le cône du jet d'échappement vienne frapper les parois de la cheminée, sur une longueur telle que la vapeur puisse former un piston

A côté de ces trois grandes classes, il faut mentionner les voitures qui utilisent, non plus l'essence rectifiée de pétrole, mais le pétrole ordinaire ou l'alcool dénaturé.

On peut aussi citer les voitures à air comprimé, à l'acétylène, à l'acide carbonique, à l'air liquide, les tracteurs à trolley.

D'un autre côté, il faut distinguer dans des catégories spéciales les voitures de course, les voitures de tourisme ou voitures de ville, les voitures omnibus, les voitures de livraison : camions, trains et tracteurs automobiles, les voitures diverses telles que pompes à incendie, fourgons électriques, voitures militaires, état-major, trésor et postes, etc.

Les transports industriels par automobiles ont fait l'objet d'un important mémoire de M. Forestier, Inspecteur général des Ponts et Chaussées, dans le Bulletin, de février 1901, de la Société des Ingénieurs Civils de France. M. Forestier y constate l'avantage des moteurs à explosion pour la circulation des diligences, des camions, hors des villes ; mais une grave difficulté se posera bientôt : ce sera d'éviter, pour les routes, le danger d'être détériorées par un nombre trop grand d'automobiles trop chargées ; il faudra les faire rouler sur rails, et l'on se retrouvera ainsi dans les conditions de chemins de fer d'intérêt local ; à ce moment, il sera utile pour le commerce et agréable pour les voyageurs, d'adopter l'usage de wagons automobiles plus légers que la locomotive la plus légère, et pouvant (sans produire trop d'accidents), circuler sur les routes sans travaux d'art, même lorsque le profil sera assez accidenté.

Sans que le cheval soit banni et la voiture disparue, sans que les chemins de fer soient arrêtés, nous verrons, ou nos neveux verront, dans le xx^e siècle, les routes absolument couvertes de bicyclettes, — cela se voit déjà depuis quelques années, — de voiturettes, d'automobiles ou trains automobiles faisant des services réguliers de ville en ville, et une circulation intense sur routes et chemins, en attendant l'apparition de l'« aérostation pour tous » et de l'« aviation ».

V. TURQUAN.

fluide, capable de provoquer, dans son mouvement, une dépression suffisante dans la boîte à fumée. Pour les locomotives dont les cheminées, mal établies, sont larges et courtes, et qu'on ne voudrait pas

modifier, il convient tout au moins d'appliquer, à l'embouchure de l'échappement, un coin formé d'une barre de fer placée horizontalement au milieu du jet d'échappement, et qui force celui-ci à s'épanouir de manière à remplir la cheminée. On peut aussi améliorer l'action de l'échappement, en diminuant ou en augmentant le diamètre du jet, à sa sortie de la tuyère, suivant que le cône de vapeur frappe les parois de la cheminée trop près ou trop loin de sa base. L'application d'un coin plus ou moins large dans l'échappement permet de conserver à la tuyère sa position, tout en améliorant les conditions du tirage.

CONDITIONS EXPÉRIMENTALES. — Les essais de M. Goss ont été effectués sur la locomotive à 2/4 essieux, installée dans son laboratoire, et

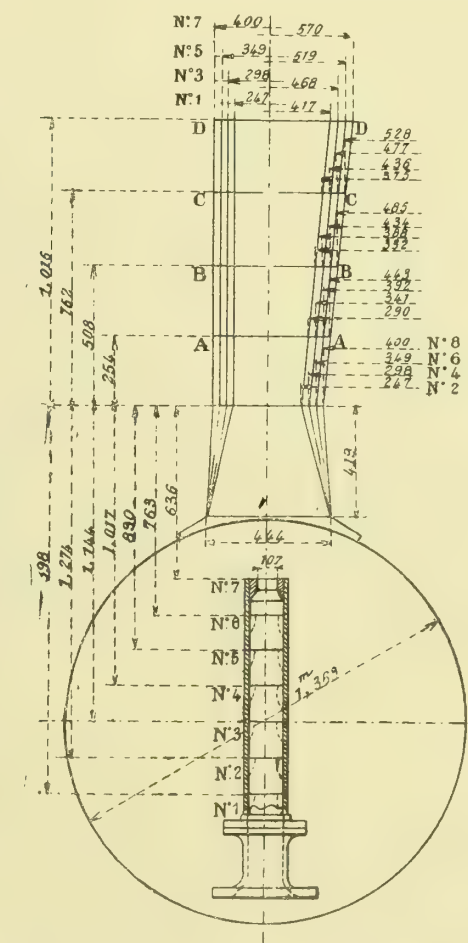


FIG. 1. — Dimensions des cheminées et des échappements soumis aux essais.

munie successivement de sept colonnes d'échappement, dont le niveau supérieur variait de 0^m254 au-dessous jusqu'à 0^m508 au-dessus de l'axe de la chaudière. Le diamètre commun de la tuyère était de 0^m107. Huit cheminées furent expérimentées, dont quatre cylindriques et quatre coniques, avec inclinaison des génératrices de $83/1000$ sur la ver-

ticale. Les diamètres minima de ces cheminées, de l'une et de l'autre forme, étaient de 0^m 247 — 0^m 298 — 0^m 349 — 0^m 400. Leur hauteur pouvait varier par l'adjonction de viroles, de manière à constituer quatre cheminées différentes A, B, C, D, comme l'indique la figure 1.

Le chauffage du foyer de la locomotive se faisait à l'huile de naphte, afin d'éliminer les causes d'irrégularité, dans la production de vapeur, qu'aurait entraînées l'emploi de charbon. La dépression dans la boîte à fumée, la pression dans la colonne d'échappement, le degré d'admission, la vitesse, la puissance de la machine ont été soigneusement relevés au cours de chaque expérience. Plus de mille observations ont été faites, à des vitesses comprises entre 32 et 96 kilom. à l'heure et avec des degrés d'admission de 19 à 35 %. Les colonnes d'échappement ont été numérotées, suivant leur hauteur, de 1 à 7 (fig. 1); les cheminées cylindriques portent les numéros impairs, tels que 1 A, 3 C..., et les cheminées coniques les numéros pairs, tels que 2 B, 4 C....

RÉSULTATS DES ESSAIS. — Les résultats de ces essais ont fait l'objet de représentations graphiques dont les tableaux ci-après donnent une traduction résumée.

Influence de la hauteur de l'échappement sur la dépression dans la boîte à fumée, pour des cheminées de différentes dimensions.

1 ^{re} CHEMINÉES CYLINDRIQUES							
TYPES DE CHEMINÉES	DÉPRESSIONS EN MILLIMÈTRES D'EAU POUR LES HAUTEURS D'ÉCHAPPEMENT NUMÉROTÉES CI-APRÈS :						
	N ^o 1	N ^o 2	N ^o 3	N ^o 4	N ^o 5	N ^o 6	N ^o 7
1 A	31	36	36	36	29	28	26
3 A	38	45	51	55	56	51	46
5 A	34	44	54	59	66	68	64
7 A	25	36	55	59	63	76	72
1 B	44	51	61	68	70	70	68
3 B	54	55	61	61	56	55	46
5 B	54	61	65	71	74	84	63
7 B	44	54	69	73	73	91	76
1 C	45	41	38	36	33	32	26
3 C	64	66	66	66	61	56	49
5 C	64	74	76	81	76	76	64
7 C	59	72	83	81	91	93	76
1 D	45	45	41	38	34	28	26
3 D	69	69	71	68	58	54	51
5 D	79	82	91	84	76	81	68
7 D	73	81	93	89	104	104	78

2 ^{re} CHEMINÉES CONIQUES							
2 A	35	41	45	53	51	51	46
4 A	34	45	56	64	66	73	65
6 A	28	41	51	58	70	73	73
8 A	20	28	38	51	66	77	73
2 B	49	55	66	71	63	56	54
4 B	49	58	71	76	78	84	78
6 B	41	51	71	73	88	89	81
8 B	30	44	55	60	76	86	81
2 C	61	68	76	77	79	61	51
4 C	59	71	81	84	92	98	85
6 C	53	63	77	83	99	99	91
8 C	40	54	71	71	91	91	91
2 D	71	77	81	89	91	69	59
4 D	71	87	91	93	96	108	98
6 D	63	70	83	97	102	102	107
8 D	48	60	83	77	101	101	104

L'inspection de ces tableaux montre que, dans le cas de la machine expérimentée, les meilleurs résultats sont obtenus pour la hauteur d'échappement n^o 6, qui correspond, pour la locomotive expérimentée, à une distance d'environ 0^m 380 au-dessus de l'axe de la chaudière. En ce qui concerne le type de cheminée, on remarque d'abord que c'est la plus haute (modèle D, d'environ 1^m 430 de hauteur totale) qui conduit aux dépressions les plus fortes dans la boîte à fumée. La cheminée cylindrique n^o 7, d'un diamètre de 0^m 400 et la cheminée conique n^o 6 de 0^m 349 de diamètre minimum, se sont le mieux comportées. Enfin, les cheminées coniques ont, toutes choses égales d'ailleurs, l'avantage sur les cheminées cylindriques.

Les tableaux précédents donnent aussi le moyen de déterminer, pour une cheminée existante, quelle est la meilleure position à faire

occuper à l'échappement. Supposons, par exemple, que la locomotive considérée ait une cheminée cylindrique de 1^m 200 de hauteur et de 0^m 350 de diamètre, ce qui correspond au type 5 C, on voit qu'on obtiendra le maximum de dépression pour la position n^o 4 de l'échappement, soit environ 0^m 125 au-dessus de l'axe de la chaudière.

Des expériences précitées, M. Goss a déduit les formules suivantes, qui permettent de calculer le diamètre le plus rationnel d'une cheminée, en fonction de sa hauteur, du diamètre de la boîte à fumée et de la position de la tuyère d'échappement.

Pour les cheminées cylindriques :

$$d = (0,245 + 0,00048 H) D - 0,19 h.$$

Pour les cheminées coniques :

$$d = 0,25 D - 0,16 h.$$

Dans ces égalités, d représente le diamètre minimum de la cheminée, D le diamètre de la boîte à fumée, H la hauteur de la cheminée au-dessus de la boîte à fumée et h la distance de l'orifice de l'échappement à l'axe de la chaudière ; h est positif ou négatif suivant que la tuyère se trouve au-dessus ou au-dessous de cet axe.

Les graphiques (fig. 2 et 3) ont été établis en se basant également sur les résultats moyens d'expériences du laboratoire de Purdue. Ils permettent de fixer la position de l'échappement lorsqu'on connaît le diamètre supérieur de la cheminée, soit cylindrique, soit conique, abstraction faite de sa hauteur. Les différentes valeurs de ce diamètre d' ont été portées en abscisses et celles de la distance l de la tuyère d'échappement à l'orifice supérieur de la cheminée, en ordonnées.

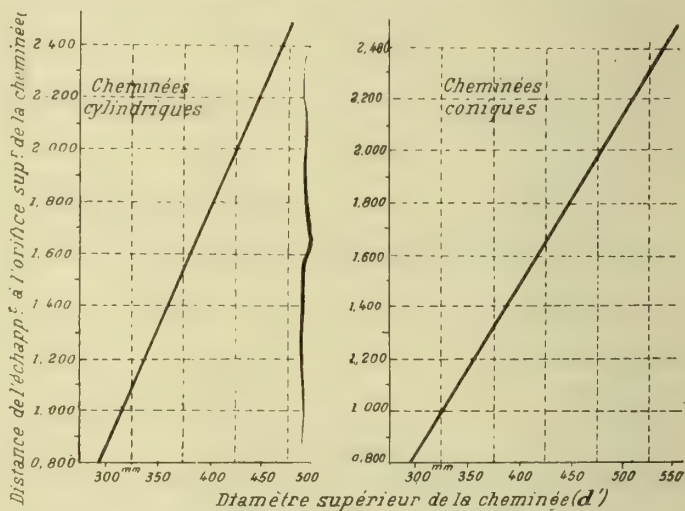


FIG. 2 et 3. — Relation entre la position de l'échappement et le diamètre de la cheminée.

Les essais de M. Goss complètent utilement ceux de M. von Borries. Toutefois, et d'après les renseignements donnés par l'*Organ für die Fortschritte des Eisenbahnwesens*, celui-ci préconise l'emploi exclusif de cheminées coniques, ayant une inclinaison des génératrices de $50/1000$ au lieu de $83/1000$ et il propose de remplacer le graphique de la figure 3, qui ne s'applique qu'à un diamètre de tuyère d'échappement d'environ 0^m 107, par la formule plus générale :

$$d' = 0,14 l + 1,8 \delta.$$

laquelle tient compte du diamètre δ de l'orifice d'échappement, qui peut, évidemment, varier suivant le type de locomotive.

Quant à ce diamètre δ , il se déduit de la formule :

$$\delta = 0,415 \sqrt{\frac{SG}{S + 0,1G}}$$

dans laquelle S et G représentent respectivement les surfaces de chauffe et de grille de la chaudière.

Enfin, la hauteur H de la cheminée, au-dessus de la boîte à fumée, peut être limitée à 0,5 l , si l'on manque de l'espace nécessaire. La pratique a montré, particulièrement pour certaines locomotives anglaises de construction récente, qu'une réduction de la longueur du tuyau de cheminée qui peut, à première vue, paraître exagérée, ne nuit pas sensiblement au tirage.

Quelques expériences complémentaires ont aussi été faites à Purdue, dans le but de se rendre compte de l'efficacité du prolongement des cheminées à l'intérieur de la boîte à fumée. Le professeur Goss a montré que cette disposition, usitée sur quelques locomotives américaines et européennes, avait plutôt pour conséquence de diminuer l'effet de l'échappement. Il est donc préférable de l'abandonner.

Les applications faites, jusqu'ici, aux États-Unis et en Allemagne, des règles précédentes, concernant la détermination des dimensions et des formes les plus convenables des échappements et des cheminées ont sanctionné les données très rationnelles déduites des expériences de Purdue et de Hanovre.

F. BARBIER,
Ingénieur des Arts et Manufactures.

VARIÉTÉS

Inauguration du monument à la mémoire de Pasteur, à Paris.

Un grand nombre de statues avaient déjà été élevées à l'illustre savant que fut Louis Pasteur, notamment à Dôle où il naquit, à Arbois où il passa son enfance, à Besançon, Lille et Alais dont il enrichit l'industrie, à Melun, à Chartres, etc. Paris ne possédait encore que le monument funéraire édifié en 1896, par M. Ch. Girault, l'éminent architecte des Palais des Champs-Élysées, dans la crypte de l'Institut Pasteur, rue Dutot. On sait (1) que les restes de Pasteur reposent dans ce tombeau, où ils ont été transférés le 26 décembre 1896, après avoir séjourné dans l'un des caveaux de Notre-Dame de Paris depuis le 5 octobre 1895, date à laquelle furent célébrées les funérailles nationales du savant universellement regretté.

Cependant, sur l'initiative d'un groupe de ses disciples et de ses amis, un Comité international avait été formé pour recueillir les fonds nécessaires à l'édification d'un monument digne de Paris et du maître vénéré. L'exécution en fut confiée au regretté Falguière, qui s'assura la collaboration de M. Ch. Girault, et qui venait d'achever le modèle en plâtre de l'œuvre au moment où la mort vint interrompre son labeur. Deux amis de Pasteur, MM. Paul Dubois et Thomas, ses collègues à l'Institut, assumèrent la charge de faire exécuter l'œuvre inachevée, par un habile praticien, M. Victor Peter, et c'est ce monument qui a été inauguré par une imposante manifestation, le 16 juillet dernier.

Il s'élève sur la place de Breteuil, en face du dôme des Invalides et sur l'emplacement même du puits artésien de Grenelle, dont la colonne en fonte a été récemment démolie. Sa hauteur au-dessus du sol atteint 7 mètres dont un peu plus de 4 pour le piédestal.

Comme on le voit, d'après la photographie ci-dessus, Pasteur est représenté assis avec sa figure calme et méditative. Autour du piédestal se détachent en haut relief des figures qui rappellent les glorieuses conquêtes du savant.

La face antérieure porte simplement l'inscription suivante :

PASTEUR
(1822 - 1895)

avec l'indication que le monument est dû à une souscription nationale. Sur cette même face du piédestal se dresse une figure de femme qui

représente l'Humanité implorant les secours du savant pour son enfant.

Sur les trois autres faces se déroulent des scènes champêtres : un berger joue du chalumeau pendant que ses moutons broutent à ses pieds; un jeune bouvier s'appuie contre des bêtes vigoureuses; les travailleurs des champs goûtent en paix les bienfaits qu'ils doivent aux deux découvertes de Pasteur.

De nombreux savants étrangers assistaient à la cérémonie d'inauguration qui était présidée par M. Loubet, Président de la République. M. Wallon, sénateur, président du Comité de souscription et du Conseil de l'Institut Pasteur, a remis le monument aux représentants de la Ville de Paris, M. Desplas, Président du Conseil municipal, et M. de Selves, Préfet de la Seine, qui ont dit tous les deux combien la Ville de Paris appréciait l'honneur de posséder ce monument. M. Desplas a fait remarquer que la grande popularité de Pasteur date de l'époque

de sa découverte de la guérison de la rage, et M. de Selves a rappelé l'imposante manifestation qui eut lieu à la Sorbonne, le 27 décembre 1892, pour la glorification du génie du savant français.

M. Chaumié, Ministre de l'Instruction publique, au nom du Gouvernement, a retracé l'œuvre du grand savant, et a énuméré les découvertes qui l'ont rendu célèbre (1).

M. Gaston Bois-sier, Secrétaire perpétuel de l'Académie française, a rappelé que Pasteur ne fut pas seulement un savant, mais aussi un fin lettré, et, mieux encore, un grand cœur et un bienfaiteur de l'Humanité.

M. Mascart, Président de l'Académie des Sciences, a signalé l'importance des nombreuses communications de Pasteur à cette assemblée. Il a rappelé que c'est dans le rôle de la science que Pasteur voyait la grandeur des nations :

Si la science n'a pas de patrie, disait-il dans une réunion internationale sur le sol étranger, l'homme de science doit avoir la préoccupation de tout

ce qui peut faire la gloire de sa patrie. Dans tout grand savant, vous trouverez toujours un grand patriote.

M. le docteur Chantemesse, au nom de l'Académie de Médecine, a rappelé les luttes que Pasteur eut à soutenir pour faire admettre ses idées dans le monde médical.

M. Perrot, Directeur de l'École normale, a dit combien cette école s'honore d'avoir eu Pasteur comme élève, et M. le docteur Grancher, Vice-Président du Conseil de l'Institut Pasteur, a retracé à grands traits les services rendus par cet établissement.

Enfin, M. Louis Passy, a prononcé une allocution au nom de la Société nationale d'Agriculture, et M. Errera, Membre de l'Académie royale de Belgique, a pris la parole au nom des souscripteurs étrangers.



Monument élevé à la mémoire de Pasteur, sur la place de Breteuil, à Paris.

(1) Voir le *Génie Civil*, t. XXX, n° 10, p. 145.

(1) Voir à ce sujet la biographie publiée par le *Génie Civil*, t. XXVII, n° 23, p. 357.

Monte-courroies fixe, système Rieger.

M. Rieger, constructeur-mécanicien à Lure, a imaginé un monte-courroies qui est utilisé avec succès dans plusieurs ateliers.

L'appareil de M. Rieger (1) comporte un support A (fig. 1 et 2) fixé soit au poutrage de l'atelier, soit à tout autre point d'appui convenable. Ce support, de forme appropriée, est placé à une distance de la poulie un peu supérieure à la largeur de la courroie; il porte une série de galets coniques C qui sont montés fous sur des tourillons D et disposés de manière que leur grande base soit presque au contact de la jante de la poulie. Le nombre de ces galets dépend du diamètre de cette dernière; le dernier, Q, placé à la partie inférieure, est monté sur un tourillon S qui est assujéti sur un coulisseau P mobile dans une coulisse circulaire B, pratiquée dans la partie inférieure du support A et dont le tracé est concentrique à la jante de la poulie.

Le déplacement du coulisseau dans cette coulisse s'obtient au moyen

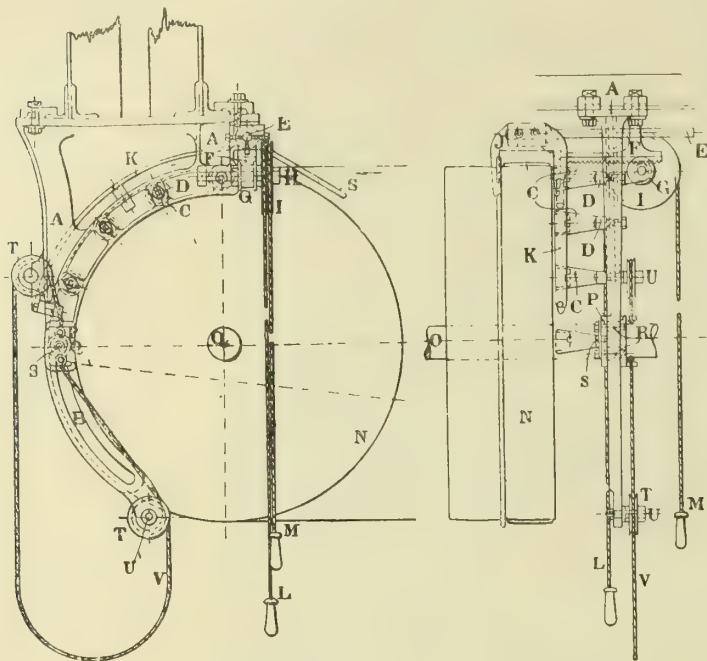


Fig. 1 et 2. — Élévation et vue latérale du monte-courroies.

des deux poulies à gorge T dont les tourillons U sont fixés au support A à chaque extrémité de la coulisse B, et de la corde V qui passe sur ces poulies et dont les deux extrémités sont attachées, l'une en haut, l'autre en bas du coulisseau, à l'aide de deux petits œilletons. Le déplacement de ce coulisseau sert à produire la détente complète de la courroie au moment du débrayage et facilite aussi son embrayage. La corde V descend à la portée de la main de l'ouvrier.

La montée et la descente de la courroie s'obtiennent à l'aide des cordes d'embrayage L et de débrayage M, qui passent dans la poulie à double gorge I. Celle-ci commande le pignon G qui actionne la crémaillère porte-fourches F, guidée par la tringle E. Cette crémaillère reçoit la fourche double J et la fourche simple K.

La courroie étant au repos, il faut, pour la monter, tirer simultanément les cordes L et V. Pour la mettre au repos, au contraire, il suffit d'agir sur la corde M.

Origines alimentaires de l'arsenic normal chez l'homme.

On sait que l'arsenic existe normalement, en quantités extrêmement petites il est vrai, dans les organes de l'homme; son existence et le rôle important qu'il joue ont été mis en évidence par M. Armand Gautier. Il a montré que, même en si petites proportions, l'arsenic est indispensable à la vie (il semble même exister dans tout l'organisme, car on peut le retrouver à l'état de traces infimes dans beaucoup d'organes), et que, après s'être localisé normalement dans des organes ectodermiques, il se perd incessamment par la desquamation épithéliale, la chute des cheveux, les ongles, le flux menstruel, les fèces, etc. Il était naturel, dans ces conditions, de se demander à quelles sources l'économie emprunte cet élément singulier qui s'élimine si régulièrement et qui est si notablement indispensable.

C'est pour répondre à cette question que M. A. Gautier, en collaboration avec M. P. Clausmann, a entrepris de déterminer quels sont les aliments qui fournissent plus particulièrement l'arsenic à l'organisme et en quelles proportions. Le résultat de ces recherches a fait l'objet d'un mémoire présenté à la séance de l'Académie des Sciences du 14 juillet; nous allons le résumer dans ses parties essentielles.

Sans insister sur le processus opératoire, rappelons que ces déter-

minations exigent des précautions et une minutie extraordinaires; que toutes sont accompagnées d'une contre-épreuve sur un essai témoin, faisant connaître si tout l'arsenic a été décelé et si aucun des réactifs employés n'en contenait.

Les quantités d'arsenic trouvées dans ces conditions se mesurent en millièmes de milligramme, unité de poids que M. A. Gautier propose d'appeler le μ gramme (μ gr.) par analogie au micromètre (μ) ou millionième de mètre déjà employé en micrographie et en histologie.

Les expériences ont porté, en général, sur un minimum moyen de 100 grammes, les substances étant prises et pesées dans l'état même où elles sont consommées.

Des tableaux d'analyses dressés par les auteurs on peut tirer les conclusions suivantes :

Les quantités d'arsenic contenues dans la chair musculaire des mammifères sont extrêmement faibles, comparées à celles qu'on trouve dans les organes réellement arsénicaux comme la glande thyroïde par exemple. Il semble qu'on puisse admettre que les petites traces qu'on rencontre dans le muscle représentent de l'arsenic circulant et non fixé. Ce qui confirme cette opinion c'est la grande variation de l'arsenic dans la chair d'une même espèce, chez les poissons par exemple, suivant sans doute qu'ils vivent dans une eau de mer plus ou moins arsénicale et qu'ils reçoivent plus ou moins de ce métalloïde avec leur nourriture.

Parmi les aliments animaux certaines chairs de poissons et de crustacés et plus particulièrement encore leurs productions les plus phosphorées (carapace, œufs et graisses) sont, avec le sel gris, les aliments les plus riches en arsenic qui aient été rencontrés.

Le pain de froment est extrêmement peu arsénical; le blé, même avec son enveloppe, ne l'est pas davantage; le son ne paraît pas arsénical, même celui qui provient du froment venu sur les sols granitiques. Les feuilles vertes des choux cabus, les haricots verts n'ont pas donné trace d'arsenic même en opérant sur un 1 kilogr. à la fois. Il est donc inexact de dire que l'arsenic se trouve partout, à l'état de traces, ou même qu'il est nécessaire à toute cellule vivante. Au moins ne le trouve-t-on pas, même dans la proportion de $\frac{1}{1000}$ de milligramme par kilogramme, dans ces végétaux.

Le vin, l'eau de boisson et le sel marin sont les sources habituelles auxquelles nous puisons la majeure partie de l'arsenic que nous assimilons.

Le lait, les œufs, la bière en contiennent extrêmement peu.

Si, grâce aux données précédentes, on calcule maintenant la quantité de ce métalloïde qui entre dans la consommation alimentaire d'une journée, et si l'on prend comme type d'alimentation moyenne celle des Parisiens telle qu'elle résulte de la statistique relevée pour les habitants de Paris durant la décade 1890-1900, on arrive aux nombres suivants :

Quantité d'aliments par jour et par habitant, à Paris.

NATURE DES ALIMENTS	QUANTITÉ MOYENNE d'aliments par jour en grammes.	ARSENIC CORRESPONDANT en millièmes de milligramme.	OBSERVATIONS
Pain.	420	2,9	Y compris tous les dérivés du froment (gâteaux, pâtes, etc.)
Viande.	180	1,8	180 grammes, os déduits.
Poisson.	35	4,3	
Œufs.	24	0,05	Comptés sans la coquille.
Légumes herbacés.	250	0,5	Approximatif.
Légumes en grains.	40	?	
Pommes de terre.	100	1,12	
Lait.	213	0,10	
Vin.	518	2,9	
Bière.	30	0,0	
Sel marin.	10	2,3	Moyenne entre le sel blanc et le sel gris.
Eau de boisson.	1 000 cm ³	5,0	
Arsenic total par jour.		20,9	ou environ 21 millièmes de milligramme.
Arsenic reçu avec les aliments, par an.		7 mg 66	

Cette quantité d'arsenic est largement suffisante à nos besoins.

On sait que l'arsenic se perd en partie par desquamation et dépilation. A propos de ces recherches, les auteurs ont constaté qu'un homme adulte, de 20 à 40 ans, ne produit guère plus de 45 à 70 grammes de cheveux par an, ce qui répondrait à une perte au plus égale à 0 mg 021 d'arsenic. La coupe de la barbe et des ongles, la desquamation épithéliale, le flux menstruel, et certainement les matières fécales,

1. D'après le Bulletin des Industriels de France contre les accidents du travail.

comme l'avait déjà constaté M. A. Gautier, entraînent le reste de l'arsenic.

Au point de vue médico-légal il faudra, en certains cas, tenir compte des quantités relativement élevées d'arsenic qui se trouvent dans quelques aliments : poissons, crustacés, sel marin, vin, etc. Si, dans une expertise, on recherche ce métalloïde dans le contenu intestinal, comme on le fait le plus souvent, on devra se préoccuper de la composition des derniers repas. Il semble plus prudent, dans les expertises légales, de se borner, en général, à rechercher l'arsenic dans les organes où il n'existe pas normalement ou seulement à l'état de traces infimes : le foie, la rate, le muscle et même les tuniques de l'intestin après lavage. Toutefois, l'existence constatée de ce métalloïde dans le contenu intestinal en quantités se rapprochant du dixième de milligramme, ne paraît, en aucun cas, pouvoir être mise sur le compte de l'arsenic alimentaire.

D'après cela, il n'y a donc pas lieu de modifier quoi que ce soit à la recherche toxicologique de l'arsenic.

Emploi de l'air comme lubrifiant.

Bien que l'huile soit de beaucoup le lubrifiant le plus employé, elle n'est pas le seul possible; l'emploi de la glycérine, de la nitrobenzine, de l'eau (coussinets d'étambot), etc., l'a depuis longtemps montré.

M. A. W. Cole décrit, dans *Machinery*, une assez curieuse expérience tendant à prouver que l'air peut, dans certaines conditions, constituer lui-même un lubrifiant. Cette expérience a été faite à l'Institut Polytechnique de Worcester avec l'appareil que représentent les figures ci-dessous, et qui forme un coussinet cylindrique R en fonte, à l'intérieur duquel peut tourner un tampon en acier P, qui représente l'arbre.

Le diamètre de cet arbre est de 152 millimètres, sa longueur 158 millimètres, et son poids (23 kilogr.) constitue la charge sur le coussinet. L'intérieur du coussinet et l'extérieur du tampon sont rectifiés soigneusement, et constituent des surfaces presque rigoureusement cylindriques, la différence des diamètres étant environ $\frac{1}{100}$ de millimètre. Le coussinet est fermé à l'une de ses extrémités. Il est

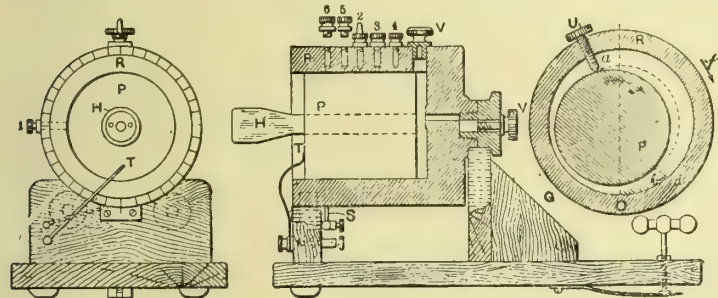


FIG. 1 et 2. — Vue en bout et coupe longitudinale de l'appareil à essayer l'air comme lubrifiant.

pourvu de deux bouchons V et V' dont l'un est enlevé pour laisser échapper l'air pendant l'introduction du tampon. Lorsque ce dernier est en place, c'est-à-dire à environ 19 millimètres du fond, on ferme les bouchons, l'air renfermé dans l'appareil limitant les mouvements horizontaux du tampon. Le manche en bois M sert à faire tourner celui-ci à la main. Pour les vitesses plus grandes, on emploie un vilebrequin à engrenages.

Le coussinet R est monté sur un support en bois, permettant de le tourner autour de son axe et d'amener dans la position désirée les ouvertures d'épreuve, numérotées de 1 à 6 sur la figure. Un manomètre à mercure peut être relié avec l'une ou l'autre de ces ouvertures, et une sonnerie électrique est introduite dans un circuit qui comprend le coussinet R et le tampon P, le contact avec ce dernier étant pris en T.

Lorsque tout est au repos, le poids du tampon est supporté par le contact métallique entre celui-ci et le coussinet. La sonnerie électrique permet de le vérifier. Il en est de même si l'on tourne très lentement le tampon. Mais si l'on tourne plus rapidement, la sonnerie cesse de se faire entendre, ce qui prouve l'existence d'une pellicule d'air entre la partie fixe et la partie tournante.

La petite différence de diamètre entre le coussinet et le tampon est indispensable à la formation de cette pellicule, et il est possible de montrer de la façon suivante que l'épaisseur de la pellicule n'est pas la même en tous les points, autrement dit, que le tampon n'est pas au centre du trou. On engage dans l'ouverture 1 une vis U, et pendant la rotation du tampon, on tourne cette vis jusqu'à ce qu'elle vienne en contact en a, ce que la sonnerie permet de constater. Si alors on tourne lentement le coussinet dans le sens de la flèche f, le contact cesse, mais se rétablit lorsque la vis est arrivée en b. Si au contraire on tourne le coussinet dans l'autre sens, le contact persiste. Le point

G est celui où les surfaces sont le plus voisines l'une de l'autre. On peut le constater en mettant en G la vis de contact; le courant cesse dès qu'on tourne le coussinet dans un sens ou dans l'autre. La position de ce point sur la circonférence varie avec la vitesse; les deux axes tendent à se rapprocher lorsque la vitesse augmente.

La position du tampon dans le coussinet implique une inégale répartition de la pression dans la pellicule d'air; en raccordant en effet le manomètre aux ouvertures d'épreuve, on constate que la pression est plus élevée que la pression atmosphérique à la partie inférieure du coussinet, et moins élevée à la partie supérieure, les différences étant à peu près égales.

On peut en déduire que dans les coussinets ordinaires, le lubrifiant est soumis à des différences de pression analogues, et que, par suite, il doit être introduit à un endroit où la pression n'est pas plus élevée que la pression atmosphérique.

École Centrale des Arts et Manufactures.

Liste, par ordre de mérite, des élèves ayant obtenu le Diplôme d'Ingénieur des Arts et Manufactures ou le Certificat de capacité.

ÉLÈVES SORTANT A LA FIN DE L'ANNÉE SCOLAIRE 1903-1904.

I. Diplômes.

- 1 Kogévinas; - 2 Breton; - 3 Guéritault; - 4 Sireta; - 5 Audoyer; - 6 Renaud; - 7 Gonod; - 8 Luu-van-Lang; - 9 Eustache; - 10 Kupper; - 11 Chambon; - 12 Bonneau; - 13 Graff; - 14 Bellencourt; - 15 Limasset; - 16 Martin (René); - 17 Badani; - 18 Chauchet; - 19 Bourgougnon; - 20 Venot.
- 21 Mercier des Rochettes; - 22 Sonneck; - 23 Blondel (Marcel); - 24 Moufflard; - 25 Gaby; - 26 Campenon; - 27 Meltzheim; - 28 Chaix; - 29 Delaglière-Collaud; - 30 Sansonnens; - 31 Lance; - 32 Cuny; - 33 Bouchareine; - 34 Foucault; - 35 Widmer; - 36 Grosperin; - 37 Berthoumeau; - 38 Blanquart; - 39 Revillon; - 40 Vigoureux.
- 41 Lequeux; - 42 Blanchet; - 43 Tanron; - 44 Blanchard; - 45 David (Henri); - 46 Angibaud; - 47 Levat; - 48 Vernon; - 49 Grèze; - 50 Delarbre; - 51 Martin (Urbain); - 52 Rosnet; - 53 Heilmann; - 54 Périard; - 55 Flamant; - 56 Mouille; - 57 Regnault; - 58 Monnier (Paul); - 59 Guignon; - 60 Vergnole.
- 61 Dervillé; - 62 Drouet; - 63 Perrin; - 64 Wallon; - 65 Druon; - 66 Brandon; - 67 Brauer; - 68 Bentegeat; - 69 Perret du Cray; - 70 Pin; - 71 Noblet; - 72 Pagan; - 73 Drivière; - 74 Rouillon; - 75 Sabatier; - 76 Noury; - 77 Herrmann; - 78 Librez; - 79 Barbier; - 80 Dardenne.
- 81 Prost; - 82 Schmitt; - 83 Schillio; - 84 Mérillon; - 85 Cantin; - 86 Gallois; - 87 Roth; - 88 Huin; - 89 Hue de la Colombe; - 90 Pierrot Deseilligny; - 91 Desouches; - 92 Blondel (Charles); - 93 Chalumeau (Camillo); - 94 Streicher; - 95 Charve; - 96 Clerget; - 97 Hannyer; - 98 Chalumeau (Eugène); - 99 Saffrey; - 100 Thibault de Chanvalon.
- 101 De Corlieu; - 102 Saclier; - 103 Wallach; - 104 Suquet; - 105 Altmayer; - 106 Monier (Louis); - 107 Arthaud; - 108 Savary; - 109 Dubois; - 110 Laurent; - 111 Noël; - 112 Vimont; - 113 Biauget; - 114 Serrurier; - 115 Collin; - 116 Tellier; - 117 George (Jean); - 118 Boissard; - 119 Devosse; - 120 Brouhiet.
- 121 Woelflé; - 122 Benet; - 123 Fayed; - 124 Abafour; - 125 Tritz; - 126 Guillon; - 127 Puech; - 128 Mallez; - 129 Coppens; - 130 Mouchet; - 131 De Fleury; - 132 Dibos; - 133 Henry; - 134 Machin; - 135 Lebrun; - 136 Dujardin; - 137 Mogenier; - 138 Provençal; - 139 Bezault; - 140 Bardoul.
- 141 Sohier; - 142 Coignard; - 143 Morel (Eugène); - 144 Joly; - 145 Riobé; - 146 Parrot; - 147 Puica; - 148 Montesi; - 149 Ferembach; - 150 Guillemin Tarayre; - 151 Delepierre; - 152 Patel; - 153 Seligmann; - 154 Berard; - 155 Juge; - 156 Bose; - 157 Germain; - 158 Pairier; - 159 Calfas; - 160 Honoré.
- 161 Pailliard Turenne; - 162 Faure; - 163 Tétu; - 164 Frison; - 165 Fremann; - 166 Deltombe; - 167 Jean-Joseph; - 168 Vincent; - 169 Lamboi; - 170 Chédaille; - 171 Roche; - 172 Demeufve; - 173 Gailard; - 174 Clère; - 175 De Faucon; - 176 Sauton; - 177 Amidieu-Duclos; - 178 Dubuisson; - 179 George (Rambert); - 180 Dessallieu.
- 181 Duplessis de Pouzilhac; - 182 Schott; - 183 Faye; - 184 Cortot; - 185 Wörnitz; - 186 Thominet; - 187 Soulas; - 188 Schwander; - 189 Chalamon; - 190 Deville; - 191 Roffo; - 192 Sénéchal; - 193 Maignial; - 194 Neyron; - 195 Lapôtre; - 196 Saint-Paul; - 197 Fazembat; - 198 Astor; - 199 Drion; - 200 Picard.
- 201 Dourif; - 202 Turgis; - 203 Luce; - 204 Deshayes; - 205 Jacquet; - 206 Vidal-Naquet; - 207 Oury; - 208 Morel (Gustave); - 209 Compin; - 210 Paillac; - 211 Peyramaure; - 212 Barthélémy (Henri); - 213 Rochard.

II. Certificats.

- 1 Baudère; - 2 Guesdon; - 3 Lhommelin; - 4 Herzenberg; - 5 Santerne; - 6 Morel (Charles); - 7 Richard; - 8 Sol; - 9 Lebel; - 10 Lépiney; - 11 Spach; - 12 Vandamme; - 13 Rotteleur; - 14 Guillemin (René); - 15 Lhommet; - 16 Pichon; - 17 Auburtin; - 18 Boulzaguet; - 19 Muller; - 20 Effertz.
- 21 Casse; - 22 Mabillat; - 23 Granet; - 24 Chalon.

ANCIENS ÉLÈVES DÉJÀ PORTEURS DU CERTIFICAT DE CAPACITÉ.

Diplômes.

- Pastrie; - Marque; - Aghion; - Boof; - Theillaud; - Waller; - Baines; - Fliche; - Gremiaux; - Ossart; - Debargue; - Marx; - Tron.

SOCIÉTÉS SAVANTES ET INDUSTRIELLES

Société des Ingénieurs civils.

Séance du 1^{er} juillet 1904.

Présidence de M. COISEAU, Vice-Président.

I. — M. L. JOUBERT fait une communication sur les Tubes sans soudure.

Il rappelle tout d'abord qu'il existe quatre catégories de tubes en fer ou en acier :

- 1° Tubes à bords rapprochés non soudés;
- 2° Tubes soudés par rapprochement;
- 3° Tubes soudés par recouvrement;
- 4° Tubes sans soudure.

Il donne quelques généralités sur la fabrication des tubes sans soudure, et dit que les essais de fabrication en une seule opération ayant tous échoué, il faut procéder par étapes que l'on peut diviser en deux phases successives :

- 1° Fabrication d'un corps creux relativement court et épais;
- 2° Allongement du corps creux par forgeage, emboutissage, laminage ou étirage, ou plusieurs modes combinés.

M. Joubert divise les modes de fabrication des corps creux en deux catégories bien distinctes :

- a. Les modes qui partent d'un lingot plein;
- b. Ceux qui partent d'un lingot creux.

Dans la première catégorie, il décrit sommairement le procédé par emboutissage, le procédé par perçage d'un lingot pratiqué en Suède, le procédé par perçage d'une billette au tour à froid, les procédés par perçage d'une billette à chaud au moyen de la presse hydraulique et par les systèmes de Robertson, de Déville et d'Erhardt, les procédés par perçage à chaud d'une billette par le système Mannesmann et par le système Stieffel.

Dans la deuxième catégorie, il décrit successivement le procédé Duisberger, le procédé Stridsberg, le procédé de Louvroil.

Passant ensuite à l'examen des procédés employés pour étirer le corps creux ainsi obtenu, M. Joubert décrit l'étirage à froid, au banc à chaîne, et au banc hydraulique. Puis il passe en revue les principaux modes de travail à chaud par la machine à forger; par la presse hydraulique; par laminage dans des gorges successives et de plus en plus réduites et, dans ce genre, les laminoirs spéciaux en enfilade de Halt et de Perrins; puis les systèmes à deux trains tournant en sens inverse de Lloyd et Jackson. Il décrit ensuite le laminage à rebours, pas à pas, système Broomann's et le système à pas de pèlerin.

M. Joubert fait remarquer que, sous l'influence de l'émulation que les systèmes décrits ont amenée entre les différentes usines, le prix de revient des tubes d'acier sans soudure a baissé et s'est rapproché sensiblement du prix des tubes soudés et il termine en parlant des corrosions encore mal expliquées qui ont été parfois observées sur des chaudières marines à tubes en acier extra-doux.

M. L. GUILLET donne quelques renseignements sur les essais qui ont été faits avec des aciers à haute teneur en nickel pour les tubes de chaudières et dans lesquels, à son avis, on a suivi une fausse route. On s'est d'abord adressé à des aciers peu carburés renfermant de 12 à 18 % de nickel sans s'inquiéter de la constitution de ces aciers. Or, ils sont martensitiques, donc extrêmement durs, très peu malléables et assez fragiles. Les résultats n'ont pas été encourageants. Puis on a essayé des aciers plus riches en nickel, des aciers à fer γ , qui ont donné des résultats assez contradictoires. Ceci s'explique aisément : parmi les aciers à fer γ , il en est qui, par simple écrouissage, deviennent martensitiques, ceux-là sont à écarter.

M. LENCAUCHEZ signale que dans le cas où un tube est appelé à travailler à la compression, il n'y a aucune raison pour donner la préférence au tube d'acier sans soudure. C'est le cas des chaudières telles que chaudières locomotives et marines dans lesquelles les gaz de la combustion passent à l'intérieur des tubes, et pour lesquelles on continuera à employer pendant longtemps encore les tubes soudés.

II. — M. L. RIBOURT fait une communication sur la Régulation des turbines.

Il présente l'étude de la régulation automatique des turbines hydrauliques en deux parties :

Dans la première partie, il examine ce problème

industriel sous son aspect général, avec les solutions acquises depuis longtemps et couramment employées. Il passe en revue les dispositifs dits vannages-distributeurs des différents types des turbines hydrauliques pour y faire varier le débit, puis il aborde la régulation automatique gouvernée d'une manière universelle jusqu'ici par un « tachymètre » ou « tachyscope » centrifuge, celui de Watt ou ses dérivés.

M. Ribourt montre la nécessité d'un relais intermédiaire pour actionner, par un asservissement aussi précis que possible le vannage distributeur des turbines, puis il passe à l'analyse théorique de l'action de ces servo-moteurs qui se traduit par ce qu'on appelle « le régime troublé ».

Cette étude déjà très étudiée par des mécaniciens et des théoriciens éminents, tels que MM. Léauté, Rateau, Lecornu, Hirsch, Rolland, Wischnegradski, etc., est présentée simplement ici au moyen d'un diagramme double, d'une manière comparable avec ce que donnent les appareils enregistreurs directs employés par M. Ribourt pour observer le fonctionnement des régulateurs adaptés aux moteurs, soit : le cinémomètre et le linimètre.

M. Ribourt montre des diagrammes théoriques de vitesses et de couples moteurs dans le régime troublé sous l'action d'un régulateur automatique :

- 1° Sans correction de réglage, à va-et-vient avec temps d'arrêt aux vitesses extrêmes;
- 2° Avec correction de réglage et sans temps d'arrêt aux vitesses extrêmes.

La conclusion est qu'il faut au système gouverneur une instabilité extrême au voisinage de la vitesse de régime qu'on voudrait avoir uniforme.

Dans la deuxième partie de sa communication M. Ribourt montre la solution qu'il a lui-même poursuivie pour régler les turbines, par la recherche d'un gouverneur ou tachymètre extra-sensible, qui met en jeu une fonction hydraulique; c'est l'hydro-tachymètre.

M. Ribourt décrit cet appareil, dont il avait déjà donné une description détaillée dans le *Génie Civil* (1) et montre des diagrammes doubles, relevés sur deux installations en marche depuis très longtemps, qui mettent en lumière les conditions de réglage obtenues.

A. B.

Académie des Sciences.

Séance du 11 juillet 1904.

Chimie. — *Études thermochimiques sur la dissolution et la polymérisation du cyanogène*; par M. BERTHELOT.

Par des expériences nouvelles, M. Berthelot caractérise d'une façon plus complète les phénomènes qu'il a observés dans la dissolution et la polymérisation du cyanogène et qui ont déjà fait l'objet d'une précédente communication (2). Ces expériences mettent en évidence les pertes d'énergie accomplies au cours de la dissolution du cyanogène dans l'eau, de l'action du cyanure de potassium sur le cyanogène dissous, du cyanogène sur l'alcool en présence ou non du cyanure de potassium.

Elles démontrent en outre que le cyanure alcalin joue ici le rôle de déterminant dans les actions de présence tout en intervenant d'ailleurs chimiquement, comme le font les ferments et agents dits de contact ou catalytiques.

Chimie biologique. — *Origines alimentaires de l'arsenic normal chez l'homme*. Note de MM. Armand GAUTIER et P. CLAUSMANN.

Nous donnons ci-avant, page 204, une analyse détaillée de ce mémoire.

Chimie végétale. — *Mécanisme d'action du cytoplasma dans la graine oléagineuse en voie de germination. Réalisation synthétique in vitro de ce mécanisme*. Note de M. Maurice NICLOUX, présentée par M. Armand Gautier.

Le mécanisme de l'acidification des graines oléagineuses pendant la germination s'explique ainsi : l'acidité est due aux acides gras provenant de la saponification de la matière grasse intracellulaire grâce au concours du protoplasma, de l'anhydride carbonique et de l'eau, ces deux derniers présents à ce moment dans la cellule.

Les expériences de l'auteur montrent que cette même réaction peut s'effectuer synthétiquement in

vitro à partir des éléments dissociés : le cytoplasma ayant été séparé par des moyens mécaniques connus, l'anhydride carbonique et l'eau provenant d'une source quelconque.

Énergetique biologique. — *Le travail musculaire et sa dépense énergétique dans la contraction dynamique avec raccourcissement graduellement décroissant des muscles, s'employant au refoulement de la descente d'une charge (travail résistant)*; par M. A. CHAUVÉAU.

Ces expériences sont relatives aux muscles moteurs (fléchisseurs et extenseurs) de l'avant-bras recevant alternativement les charges dont les muscles doivent refouler la chute. L'auteur avait déjà fait des expériences analogues mais par des opérations inverses sur le travail moteur; elles ont abouti aux conclusions suivantes :

1° La dépense du travail musculaire intérieur employé à la refoulement du mouvement des charges en chute est toujours supérieure à celle du travail intérieur consacré au soutien fixe de ces charges;

2° Cette dépense du muscle employé à faire du travail résistant est toujours inférieure à celle du travail moteur correspondant. L'infériorité se manifeste de la même manière dans les deux conditions qui font varier la valeur du travail : accroissement des charges déplacées ou accroissement de la longueur du chemin parcouru par ces charges dans l'unité de temps;

3° Considéré en lui-même, le travail résistant exige un effort intérieur qui dépense plus lorsque le travail extérieur croît en fonction de la valeur de la charge déplacée que s'il croît en fonction de la longueur du chemin parcouru par la charge dans l'unité de temps. Ce dernier cas est donc plus économique. C'est exactement ce qui se passe dans le travail moteur.

Pathologie végétale. — *Sur le développement du Black Rot*. Note de MM. P. VIALA et P. PACOTTET, présentée par M. L. Guignard (1).

La culture en milieux artificiels du champignon du Black Rot a établi la nécessité des acides organiques, prédominants sur le sucre, pour la nutrition de ce parasite de la vigne. En étageant les forçages de plusieurs serres, dans les forceries de la Seine, les auteurs ont pu avoir, aux mêmes moments, pour une même variété, des fruits à tous les états de développement, depuis la nouaison jusqu'à la véraison et à la maturité complète; ce que l'on ne saurait réaliser dans le vignoble. Des grappes, en dix séries à tous les états intermédiaires, ont été inoculées dans des récipients identiques et à la température de 25° C. avec les spores provenant de la même culture du champignon.

L'altération marche très rapidement sur les petits grains verts; en quatre et cinq jours, ils sont noircis et couverts de pycnides; sur les raisins, aux trois quarts de leur grosseur, l'altération n'est complète qu'au huitième jour. Mais, quand les fruits ont perdu leur matière verte et s'éclaircissent (véraison) ou lorsqu'ils se colorent et mûrissent, le Black Rot n'envahit pas les grappes. L'arrêt du Black Rot, dès que les grains entrent en véraison, est ainsi expérimentalement établi. Donc, si les vignes sont défendues par les sels cupriques jusqu'au moment de la véraison, aucun dégât n'est plus ensuite à craindre. Le parasite a, dans ces expériences, consommé plus rapidement les acides que le sucre dans les fruits verts inoculés.

Les altérations des fruits par le Black Rot sont d'autant plus intenses et rapides que la température et l'humidité sont plus élevées; mais elles ne se produisent et ne sont rapides qu'autant que le milieu atmosphérique est humide. C'est à 25° C. que les grappes inoculées sont le plus vite anéanties.

Les auteurs signalent la haute résistance qu'a le Black Rot aux doses élevées de certains acides (acide chlorhydrique, acide lactique, etc.). Cette résistance se manifeste aussi pour divers corps toxiques comme les solutions de bichlorure de mercure à $\frac{1}{35\ 000}$ de chlorure de cuivre à $\frac{1}{500}$, de nitrate de cuivre à $\frac{1}{500}$, d'acide arsénieux à $\frac{1}{600}$, de permanganate de potasse à $\frac{1}{500}$, de sulfate ferreux à $\frac{1}{500}$, etc.

Le sulfate de cuivre ajouté dans le liquide de culture à la dose de $\frac{1}{100}$ retarde peu le développement du parasite qui fructifie en pycnides au bout de dix jours. Les spores germent et la vie végétative du mycélium se continue jusqu'à des doses plus élevées encore. Si l'on fait des cultures sériées, en prenant,

(1) Voir le *Génie Civil*, t. XLII, n° 19, p. 297.(2) Voir le *Génie Civil*, t. XLV, n° 40, p. 174.(1) Voir le *Génie Civil*, t. XLV, n° 11, p. 190. (*Comptes rendus de l'Académie des Sciences*.)

pour inoculer un nouveau milieu un peu plus riche en sulfate de cuivre, la semence (spores ou mycélium) dans un milieu immédiatement moins riche et dans lequel on a déjà fait trois ou quatre cultures successives, on augmente l'accoutumance du champignon au sulfate de cuivre. Les auteurs ont pu ainsi parvenir à faire vivre encore le Black Rot dans des milieux contenant $\frac{1}{500}$, soit 2 % de sulfate de cuivre. Avec les verdet neutres ou ammoniacaux, la dose maximum est actuellement de $\frac{1}{600}$ et $\frac{1}{800}$. Quand, par l'acide acétique, on rend acide le verdet neutre (1 d'acide acétique pour 1 de verdet), la vie du Black Rot cesse à la dose de $\frac{1}{1800}$; elle cesse aussi pour l'acide acétique à la dose de $\frac{1}{1250}$.

Cette accoutumance aux corps toxiques après de nombreux passages dans un milieu à doses déterminées, puis sur milieux à doses de plus en plus riches, est aussi nette que la variation de virulence que présente le parasite suivant les milieux physiques ou nutritifs dont il provient.

Physiologie. — *Influence de la stérilisation des aliments.* Note de M. A. CHARRIN, présentée par M. Bouchard.

D'anciennes expériences avaient permis à M. Charin d'établir que, si l'on fait vivre des animaux adultes dans une atmosphère privée de germes en les alimentant avec des produits également stérilisés, les échanges nutritifs deviennent quelque peu défectueux. Désireux d'éclairer le mécanisme de ces phénomènes, il a repris ces expériences, s'attachant surtout à la stérilisation des aliments.

Des cobayes nourris avec des aliments aseptiques ont succombé plus vite que les témoins nourris dans des conditions identiques sauf l'aseptie et on a enregistré fréquemment chez eux une sorte d'entérite accompagnée de ramollissement de la paroi et de rétention biliaire.

Des expériences *in vitro* ont confirmé la nécessité de la présence des bactéries pour que l'assimilation se fasse normalement; à côté des microbes nuisibles qui souillent les aliments, il en est donc d'utiles, de nécessaires en temps que ferments figurés.

Physique. — *Sur une méthode nouvelle pour observer les rayons N et les agents analogues.* Note de M. R. BLONDIOT.

L'auteur décrit une nouvelle méthode, dont il fait usage depuis quelques semaines, pour étudier aisément et sans fatigue, les rayons N et les émissions pesantes; grâce à cette méthode, au lieu d'avoir, comme précédemment, à apprécier les variations d'éclat d'une raie phosphorescente sur fond noir, on a seulement à constater l'apparition ou la disparition d'une raie lumineuse sur un fond peu éclairé de couleur complémentaire.

BIBLIOGRAPHIE

Revue des principales publications techniques.

AGRICULTURE

Influence nuisible d'une plantation trop profonde sur le développement des arbres fruitiers. — M. TRUËLLE relate, dans une note à la Société nationale d'Agriculture (Bulletin d'avril 1904), les essais effectués à l'Institut royal d'arboriculture de Geisenheim, par MM. Gœthe et Junge, pour démontrer expérimentalement l'influence nuisible qu'exerce sur le développement des arbres fruitiers l'excès de profondeur dans la plantation.

Ces expériences qui durèrent sept années portèrent sur une espèce de pommier à cidre français désigné sous le nom générique de *Fréguin*; elles se répartirent sur un lot d'arbres témoins et sur six autres lots dont les collets furent enterrés à des profondeurs variant de 0^m 05 et 0^m 40; le terrain qui reçut ces sept lots était bien entendu de composition sensiblement uniforme.

Bien que la mensuration des troncs ait accusé, dès la deuxième année, des différences, il fut évident, au bout de quatre ans, que les arbres dont les racines avaient été le plus enterrées étaient inférieurs aux témoins sous le rapport : 1° de la formation de la tête; 2° du nombre et de la dimension des feuilles et des rameaux; 3° du développement de la tige.

Au bout de sept ans, tous les arbres ayant été arrachés avec de grandes précautions, pour ne point léser le système racinaire, de nouvelles mensurations furent effectuées et permirent d'affirmer que les perturbations qu'entraîne l'excès de profondeur dans la plantation des arbres fruitiers se manifestent par un arrêt proportionnel dans le développement de toutes leurs parties, racines, tiges, couronnes et les prédispose à contracter des chancres.

L'auteur estime donc que les praticiens doivent avoir grand soin de placer le collet de l'arbre le moins bas possible, en tenant compte bien entendu de la nature du sol où il est appelé à vivre; se basant sur ses recherches personnelles, il estime que cette profondeur doit être, dans les bons terrains, de 0^m 05, de 0^m 10 dans les terres pauvres et sèches, et à la surface, dans les sols humides et frais; il convient de relever ces chiffres de 0^m 15, pour tenir compte du tassement.

CHEMINS DE FER

Emploi de l'acier pour la construction de la caisse des voitures à voyageurs, en Amérique. — Dans un mémoire qu'il a présenté à l'Association des constructeurs de voitures, à Saratoga, et que reproduit l'*Engineering News* du 30 juin, M. W. FORSYTH s'étonne de ce que l'emploi du métal ne se soit pas généralisé pour la construction des voitures à voyageurs, comme il l'a été pour les wagons à marchandises. Pour répondre à une capacité de trafic plus grande, on a bien allongé les voitures et substitué en totalité ou en partie, au châssis en bois, un châssis métallique mais cette pratique a été très peu suivie en Amérique (1) bien qu'elle s'impose si l'on veut conserver la rigidité malgré l'allongement.

L'auteur fait remarquer que l'emploi de l'acier pour la construction de la caisse n'a que des avantages; l'allongement peut être poussé très loin, non seulement sans diminuer la rigidité, mais, encore, on peut augmenter celle-ci considérablement et éviter les nombreux accidents de personnes, qui résultent de l'écrasement des voitures en cas de collision; on réalise en même temps, une quasi-incombustibilité des voitures.

L'auteur montre ce qui a déjà été fait, notamment en Angleterre, et sur quelques lignes américaines, et ce qui pourrait être tenté avec succès dans ce genre de construction.

CONSTRUCTIONS NAVALES

La prévention des incendies à bord des navires. — Dans un mémoire présenté à l'Institution of Naval Architects et que reproduit l'*Engineering* du 6 mai, M. Edwin O. SACHS établit une statistique des incendies en mer pendant l'année 1903, pour en montrer la fréquence très grande, quoique insoupçonnée, et recherche les causes qui les ont produits. Puis il montre qu'on peut, sans grande dépense ni difficulté, appliquer aux navires de commerce et même de guerre, quelques-unes des précautions prises à terre pour prévenir et enrayer les incendies.

Canonnière à faible tirant d'eau et à immersion variable des hélices. — L'*Engineering News*, du 27 mai, décrit une canonnière démontable, à faible tirant d'eau, pour le service en rivière, qui vient d'être construite par la Société Yarrow et C^{ie}.

Cette canonnière est munie de l'arrière d'une sorte de tablier mobile à inclinaison variable qui permet, lorsque le navire est faiblement chargé, de faire tourner les hélices en pleine eau dans leur tunnel, grâce à l'appel que produit leur mouvement. On gagnerait à cette disposition de conserver au navire une vitesse encore assez grande malgré la faible hauteur d'immersion.

Compartiments étanches dans les navires de guerre. — Dans un mémoire de M. William Hovgaard, de la marine danoise, et que reproduit l'*Engineering*, du 8 juillet, l'auteur partant de ce principe qu'il est impossible malgré la protection, d'empêcher absolument la pénétration des projectiles, il y a lieu d'étudier comment doivent être réparties les cloisons étanches dans un navire de guerre pour que, après leur remplissage partiel ou complet, la stabilité ou la navigabilité du navire, soient affectées le moins possible.

ÉLECTRICITÉ

Conducteurs électriques en aluminium. — L'emploi de l'aluminium comme conducteur électrique a pris une extension assez considérable depuis quelques années et son prix s'est assez abaissé pour qu'il y ait lieu d'envisager son emploi courant comme conducteur. C'est une étude en vue de cette utilisation que fait M. Roderick J. PARKE, dans un mémoire présenté à l'Association canadienne d'électricité et que reproduit l'*Electrical Review* du 2 juillet.

L'auteur montre d'abord que pour un grand nombre de raisons l'aluminium est le seul métal qui puisse entrer en concurrence avec le cuivre. Il y a dans le monde 9 usines fabriquant l'aluminium : 3 en Amérique, 2 en France, et les 4 autres en Angleterre, en Allemagne, en Autriche et en Suisse. Leur puissance totale est de 36 000 à 40 000 chevaux presque entièrement hydrauliques et produisant (1902) 8 000 tonnes d'aluminium par an.

Dans un tableau, M. Parke compare les propriétés physiques et mécaniques du cuivre et de l'aluminium commerciaux et utilisables tels quels. En se servant de ces chiffres, l'auteur dresse le tableau de comparaison suivant :

	Al.	Cu.
Section droite à égalité de résistance électrique.	1.56	1
Diamètre	1.25	1
Poids	0.47	1
Résistance à la traction	0.96	1

De ces chiffres il résulte que, à égalité de résistance, les prix de transport, de montage et d'entretien sont moindres pour l'aluminium que pour le cuivre; le métal se conserverait aussi un peu mieux à l'humidité, à cause du temps très long pendant lequel il garde sur sa surface la matière lubrifiante qu'il a prise pendant l'étrépage; il est d'ailleurs moins oxydable. Les inconvénients de l'aluminium sont : la difficulté de faire les joints par soudure, un plus grand mou des câbles dû à un plus grand coefficient de dilatation, enfin une résistance à la traction insuffisante pour les conducteurs de petit diamètre qui sont utilisés en télégraphie et téléphonie.

L'auteur étudie les causes de ces trois inconvénients et les procédés qui ont été imaginés pour parer aux deux premiers : suppression des joints soudés, emploi de dynamomètres précis pour la pose des conducteurs avec une tension initiale bien déterminée.

Il termine en citant les installations qui font usage de conducteurs en aluminium, donne quelques chiffres relatifs aux constantes électriques des conducteurs qui sont sur le marché, et observe que les cours des deux métaux ont été tels pendant ces cinq dernières années qu'une économie de 5 à 15 % a pu être faite rien que sur le prix d'achat par la seule substitution de l'aluminium au cuivre électriquement équivalent.

La vingt-septième Convention de la National Electric Light Association. — L'*Electrical World*, du 28 mai, publie en annexe un résumé des travaux de cette Convention, tenue à Boston le 24 mai. Nous nous contenterons de résumer les titres des principales communications :

Distribution à 250-500 volts, par W. I. BARNES;
L'arc lumineux ou à flamme, par W. A. HOLMES;
L'éclat normal des lampes à incandescence, par BELL;

Une transmission à 160 kilom., par R. HOWES;
La mise à la terre du neutre dans les alternateurs à haute tension, par G. N. EASTMAN;

L'organisation et l'outillage d'un service de lampes à arc, par S. G. RHODES;

Le courant perdu et non facturé, par C. W. HUMPHREY;

Le moteur à gaz pour le service des stations centrales, par E. E. ARNOLD;

L'essai d'un groupe électrogène de 5 500 chevaux, par J. B. ANDREW et W. F. WELLS;

La turbine à vapeur, par F. HODGKINSON;

Les appareils de chauffe automatique, par E. YAWGER;

Les méthodes de publicité, par LA RUE VREDENBURGH;

La force motrice électrique dans les usines, ATKIN, MORGAN BUSHNELL et BRINE;

Le chauffage par les stations centrales, par Mc SHERMAN, MAGEE et MAUNSELL;

Les appareils-étalons des stations centrales, par H. P. DAVIS;

Les moteurs à courant alternatif simple, par W. A. LAYMAN;

Le chauffage électrique, par G. I. AYER.

(1) Voir le *Genie Civil*, t. XLIV, n° 3, p. 46.

HYGIÈNE

Les dispensaires antituberculeux. — Dans un rapport présenté à la *Société Industrielle de Mulhouse* (Bulletin d'avril 1904), M. le docteur BRAZIS, envisageant la tuberculose au double point de vue de l'humanité et de l'économie nationale, rappelle qu'elle est de beaucoup la plus meurtrière des cinq maladies infectieuses les plus redoutées : la diphtérie, la coqueluche, la scarlatine, la rougeole, le typhus. En France, elle fait, en moyenne, 150 000 victimes; en Allemagne, elle en a fait, en 1894, 123 904.

Si l'on considère le préjudice causé au travail, c'est encore la tuberculose qui tient la tête. L'auteur estime qu'avec les frais occasionnés aux caisses d'assurance contre la maladie, ce préjudice peut s'évaluer annuellement, pour la Prusse seule, à 86 millions.

Après avoir retracé brièvement les progrès accomplis par l'hygiène moderne depuis les découvertes de Pasteur et de Robert Koch et les principaux moyens d'action dont on dispose contre la tuberculose, M. le docteur BRAZIS mentionne un nouveau et puissant élément de lutte : l'institution des *dispensaires antituberculeux*.

La supériorité de ces institutions sur les sanatoria est qu'elles sont pourvues d'organes et de ressources leur permettant de veiller sur la famille où la présence d'un tuberculeux s'est révélée, en l'engageant sans cesse à observer l'hygiène domestique, en l'éclairant, s'il y a lieu, sur les dangers de l'alcoolisme et surtout en subvenant aux besoins les plus pressants de la famille durant le séjour du père au sanatorium.

Le dispensaire fondé par M. Émile Roux en 1902, à Lille, celui de la rue Boursault, à Paris, sont des modèles de ce genre de fondations.

Le rôle principal des médecins qui s'y partagent la tâche des consultations quotidiennes est d'ausculter scrupuleusement les malades, pour ne retenir que ceux révélant un foyer tuberculeux. Un dossier clinique est établi pour chacun de ceux-ci; après cette enquête médicale, le dispensaire en fait une autre à domicile sur l'état social du malade. C'est d'après ce double dossier que le médecin directeur décide des mesures à prendre en faveur du malade, soit que celui-ci soit dirigé sur un sanatorium, soit que les lésions étant jugées trop graves, il reste sous la surveillance du dispensaire qui se charge alors de la désinfection et du blanchissage de son linge, lui fournit, en certains cas, la literie, lui facilite l'habitation de logements plus salubres, etc.

MÉTALLURGIE

La pratique des ventilateurs de cubilots. — Cette question qui a fait l'objet d'un mémoire présenté, par M. W. H. CARRIER, à l'American Foundrymen's Association, est reproduite dans ses parties les plus importantes par l'*Iron Age* du 23 juin.

Le but que l'auteur s'est proposé d'atteindre est de donner, relativement au cubilot seulement, des chiffres précis sur : l'emploi des ventilateurs centrifuges; la quantité d'air requise par tonne de coke brûlé et par tonne de fonte produite; les relations entre la pression du vent, les dimensions du cubilot et la vitesse de fusion; la puissance requise selon les dimensions du cubilot, la pression et la vitesse du vent; les rapports entre la vitesse, la pression et la capacité des ventilateurs, enfin l'effet de la résistance des conduites sur la diminution de pression et la consommation d'énergie.

Cet article est accompagné de nombreux tableaux et diagrammes.

Explosions produites par le ferrosilicium. — Dans un mémoire présenté à l'*Iron and Steel Institute*, de mai, MM. A. DUPRÉ et M. R. LLOYD exposent un cas curieux, dont ils ont eu à faire l'expertise, d'explosions produites par du ferrosilicium, dans les docks de Liverpool. Le produit avait été expédié par mer de Trieste dans des fûts.

On avait constaté d'abord que les fûts dégageaient une forte odeur d'acétylène, laquelle est due en majeure partie, comme on le sait, à la présence dans ce gaz de petites quantités d'hydrogène phosphoré PH_3 . Des essais et analyses faits sur le produit ont montré qu'en présence de l'eau et même de l'air humide et à froid, il dégageait en effet un gaz composé de PH_3 mais sans acétylène, ni hydrogène silicé, et que, avec l'air, ce gaz formait un mélange explosif mais non spontanément inflammable, bien que susceptible de prendre feu à 200 degrés; or cette

température peut, paraît-il, facilement résulter du frottement des blocs de ferrosilicium, les uns contre les autres ou contre les parois du fût; ceci peut expliquer comment les fûts ne firent explosion qu'au moment où on les déplaçait. Il est aussi possible que l'hydrogène phosphoré dégagé ait été mélangé de vapeur de P_2H_4 spontanément inflammable. Le percement d'orifices dans les fûts métalliques et le remplacement de ces fûts par des barils en bois après la première explosion se sont montrés inefficaces, d'autres explosions se sont produites en manipulant les barils.

Il est à remarquer que certains ferrosiliciums sont assez riches en calcium, qui s'y trouve peut-être à l'état de carbure et peut, dans ces conditions, dégager de l'acétylène à l'air humide. Les auteurs ne voient aucun moyen pratique et sûr d'empêcher ces explosions avec un ferrosilicium contenant du phosphore et recommandent simplement de le conserver en des lieux secs et bien ventilés de façon à empêcher l'accumulation des gaz, qui éventuellement pourraient se dégager malgré les précautions prises.

PHYSIQUE INDUSTRIELLE

Rendements comparés des chaudières à foyer intérieur ou à foyer extérieur. — Il est généralement admis que les chaudières à foyer intérieur ont un rendement inférieur à celui des chaudières ordinaires, lorsque celles-ci sont entourées d'un fort massif de maçonnerie. Cette opinion est basée sur ce que dans les chaudières à foyer intérieur la température des gaz est abaissée par le contact de parois relativement froides et que l'espace semble manquer pour que le brassage de ces gaz et leur combustion complète puissent se faire d'une façon satisfaisante. Dans une étude parue dans l'*Engineering Magazine*, d'avril, M. D. W. ROBB, rapportant les résultats d'expériences comparées qui ont été faites en Amérique et en Angleterre, montre qu'il n'en est rien et que, toutes choses égales d'ailleurs, le rendement semblerait plutôt plus élevé pour les foyers intérieurs.

TRAVAUX PUBLICS

Les grands ports français de l'Atlantique. — M. P. LÉON étudie les grands ports français de l'Atlantique dans les *Annales de Géographie*, et le numéro de mai de cette revue contient la partie relative aux ports de Saint-Nazaire et de Nantes.

Après avoir rappelé que le total du mouvement des marchandises de nos grands ports de l'Atlantique égale à peine le trafic de Marseille et reste inférieur à celui d'Anvers ou d'Hambourg, l'auteur en montre la raison dans l'infériorité de l'organisation commerciale qui annule la supériorité géographique de nos ports. Il estime que la condition première de leur prospérité consiste à drainer le fret de sortie par l'extension de la zone desservie et à le créer, ainsi qu'il a été fait à Marseille, par le développement propre aux industries urbaines.

Il rappelle comment, il y a un demi-siècle, la prospérité du commerce de Nantes avec les Antilles fut brusquement minée par les progrès même de la navigation, l'accès de son port de 3 mètres de tirant d'eau étant fermé aux cargo-boats modernes. C'est pour parer à cette cause de la crise commerciale de Nantes que Saint-Nazaire prit naissance et qu'y furent livrés à l'exploitation, en 1857 et en 1881, deux bassins de 10 et 20 hectares, s'ouvrant directement sur l'Océan. Malheureusement, ces deux ports, créés et outillés, semblaient-il, en vue de la coopération, firent preuve d'une rivalité constante; les progrès de Saint-Nazaire réveillèrent l'activité nantaise qui se partagea entre deux solutions : le dragage du lit de la Loire et la construction d'un canal latéral; ces projets simultanément réalisés, provoquèrent un essor puissant de l'industrie nantaise qui se rattache presque entièrement à l'agriculture.

Cette ère de prospérité nécessite aujourd'hui de nouveaux travaux, consistant dans l'approfondissement, à 8 mètres, du chenal d'entrée et dans une adaptation de l'outillage actuel du port en vue de son nouveau rôle; ils seront complétés par un réseau bien organisé des voies navigables et des voies de chemins de fer permettant de recueillir le trafic des régions industrielles du Berry et de la Nièvre.

On peut se demander si, devant les progrès de la ville rivale, Saint-Nazaire, malgré sa prospérité actuelle (son trafic annuel dépasse 1 300 000 tonnes), pourra conserver l'existence autonome à laquelle elle a toujours prétendu.

Ouvrages récemment parus.

Les Moteurs à essence pour automobiles, par L. MARCHIS, professeur adjoint de physique à la Faculté des Sciences de l'Université de Bordeaux. — Un volume, grand in-8° de 470 pages, avec 231 figures. — Vve Dunod, éditeur, Paris, 1904. — Prix : broché, 15 francs; cartonné, 16 fr. 50.

Cet ouvrage reproduit les leçons faites par l'auteur à la Faculté des Sciences de Bordeaux en 1903-1904, dans lesquelles il s'est limité à l'étude du moteur à essence, après avoir résumé dans une importante introduction les développements de l'industrie automobile depuis la voiture de Cugnot jusqu'aux applications les plus nouvelles, qui sont d'hier.

Les types de moteurs à explosion employés en automobilisme (moteurs à 4 temps et, plus rarement, à 2 temps) sont l'objet d'une étude détaillée concernant leur fonctionnement théorique, leurs essais, le tracé des diagrammes, la mesure de la puissance effective, les limites de vitesse (vitesse linéaire du piston, vitesse de rotation de l'arbre). L'auteur examine ensuite la question du refroidissement : conditions à remplir; refroidissement par l'eau (pompes de circulation, radiateurs, etc.).

Dans une autre série de chapitres, M. Marchis aborde l'étude essentielle de la distribution et de l'allumage. Les organes d'admission et d'échappement, ainsi que les organes régulateurs concernant la distribution. Ce sont : les soupapes d'admission (soupapes automatique ou commandée, et leur comparaison); dispositifs de commande; les soupapes d'échappement (avancée à l'échappement); les volants, les régulateurs agissant sur l'admission ou l'échappement.

Après quelques pages consacrées à la tuyauterie, aux réservoirs et aux carburateurs, viennent les procédés d'allumage : non électriques ou électriques (étincelle d'induction, bobines, trembleurs, propriétés des circuits parcourus par des courants alternatifs de grande fréquence; allumage par piles, accumulateurs, magnétos, dynamos).

L'ouvrage se termine par une longue étude de l'équilibrage des moteurs en général, et particulièrement des moteurs à explosion de divers types, ainsi que des vibrations et oscillations des châssis d'automobiles.

Un index bibliographique étendu complète ce volume.

Les rayons « N ». — (*Recueil des Communications faites à l'Académie des Sciences*), par R. BLONDIOT, Correspondant de l'Institut, Professeur à l'Université de Nancy, avec des *Notes complémentaires* et une *Instruction pour la construction des écrans phosphorescents*. — Un volume in-16 de 75 pages, avec 3 figures, 2 planches et un écran phosphorescent. — Gauthier-Villars, éditeur, Paris, 1904. — Prix : 2 francs.

M. Blondiot publie aujourd'hui l'ensemble des Mémoires concernant les rayons N qu'il a communiqués à l'Académie des Sciences et dont le *Génie Civil* a rendu compte au moment de leur présentation. Ces Mémoires ont été réimprimés tels qu'ils ont été publiés originairement dans les *Comptes rendus* de l'Académie; ils sont suivis de notes complémentaires destinées à élucider d'emblée pour le lecteur certains points sur lesquels la lumière n'a été apportée qu'à une période plus avancée de ces recherches, et à mettre au point quelques détails.

Les Métaux précieux, mercure, argent, or, platine, par E. d'HUBERT. — Un volume in-16 de 96 pages, avec 34 figures. — J.-B. Baillières et fils, éditeurs, Paris, 1904. — Prix : cartonné, 1 fr. 50.

Pour chacun de ces métaux, l'auteur passe en revue les minerais, les méthodes de traitement, les alliages, les installations industrielles des principaux pays, le commerce, les propriétés, les emplois et les données économiques.

Il termine par la statistique des métaux précieux, la valeur comparée de l'or et de l'argent, les importations et exportations, le taux d'évaluation, les droits de douane et la statistique du travail.

Le Gérant : H. AVOIRON.

LE GÉNIE CIVIL

REVUE GÉNÉRALE HEBDOMADAIRE DES INDUSTRIES FRANÇAISES ET ÉTRANGÈRES

Prix de l'abonnement par an. — Paris : 36 francs; — Départements : 38 francs; — Étranger et Colonies : 45 francs. — Le numéro : 1 franc.

Administration et Rédaction : 6, rue de la Chaussée-d'Antin. Paris.

SOMMAIRE. — **Travaux publics** : Les nouveaux grands ponts sur l'East River, à New-York (*planche XIV*), p. 209; G. RICHOU. — **Mines** : Le remblayage par l'eau dans les mines, p. 215; H. SCHMERBER. — **Expositions** : L'Exposition du Nord de la France, à Arras, p. 217. — **Variétés** : Crible à secousses, système Hancock, p. 220; — Épuration bactérienne des eaux au moyen des sables fins non submergés, p. 220; — Méthode de mesure de la

vitesse d'un courant d'eau à faible vitesse, p. 221; — Appareil de sécurité pour machines d'extraction, p. 221.

SOCIÉTÉS SAVANTES ET INDUSTRIELLES : Académie des Sciences (18 juillet 1904), p. 222.

BIBLIOGRAPHIE : Revue des principales publications techniques, p. 222. — Ouvrages récemment parus, p. 224.

Planche XIV : Les nouveaux grands ponts sur l'East River, à New-York.

TRAVAUX PUBLICS

LES NOUVEAUX GRANDS PONTS SUR L'EAST RIVER

à New-York.

(*Planche XIV.*)

Dispositions générales. — L'agglomération urbaine qu'on désigne généralement sous le nom de New-York comprend, en réalité, plusieurs cités importantes séparées par les différents bras que forment

des rives le long desquelles on a pu construire des quais, des bassins, des docks, des appontements en nombre considérable, que New-York doit d'être le plus grand port des deux Amériques. Il n'est donc pas étonnant que toutes les agglomérations dont New-York est le centre se soient développées avec une grande rapidité et aient ressenti le besoin d'établir entre elles des moyens commodes de communication.

Mais l'établissement de moyens de communication présente ici des difficultés considérables. L'East River, le moins large des deux bras de mer, celui qui sépare les deux groupes les plus importants, New-York et Brooklyn, n'a pas moins de 500 mètres aux points les plus resserrés.



FIG. 1. — PONT DE WILLIAMSBURG, A NEW-YORK : Vue d'ensemble avant la fin du montage.

le détroit de Long-Island et le fleuve Hudson à son embouchure et qui sont : la North River, l'East River et la Harlem River.

Entre la North River et l'East River se trouve la partie méridionale de la presqu'île de Manhattan dans laquelle la ville de New-York est en quelque sorte enfermée.

En réalité ces *rivers* sont de véritables bras de mer soumis à la marée, et sur lesquels se fait un mouvement considérable de navires. C'est en raison de cette situation privilégiée et grâce au grand développement

La construction d'un pont ayant une pareille portée semblait encore une utopie en 1865, d'autant plus que les fondations devaient être très profondes (de 30 à 40 mètres) et que le tablier devait être tenu à une hauteur assez grande (40 mètres) au-dessus du niveau des plus hautes eaux, de façon à permettre la libre circulation des navires. Notons en outre que cette région de la côte atlantique est une de celles où les marées présentent la plus grande amplitude et que la vitesse des courants dans l'Hudson est quelquefois considérable. Cependant en 1867

fut décidée l'érection sur l'East River du pont dit de Brooklyn dont la construction devait durer quatorze ans.

Jusqu'à ces derniers temps, la ville de New-York, ou plus exactement la circonscription de Manhattan, qui constitue la partie centrale et l'agglomération la plus importante de New-York, n'était reliée à la circonscription de Brooklyn que par trois communications fixes (fig. 2) : le tunnel de la Rapid Transit Railway Co à la pointe même de la presqu'île, le pont suspendu de Brooklyn (1), et le tunnel de la Pennsylvania Railway Co. Le pont de Brooklyn donnait seul passage aux voitures et aux

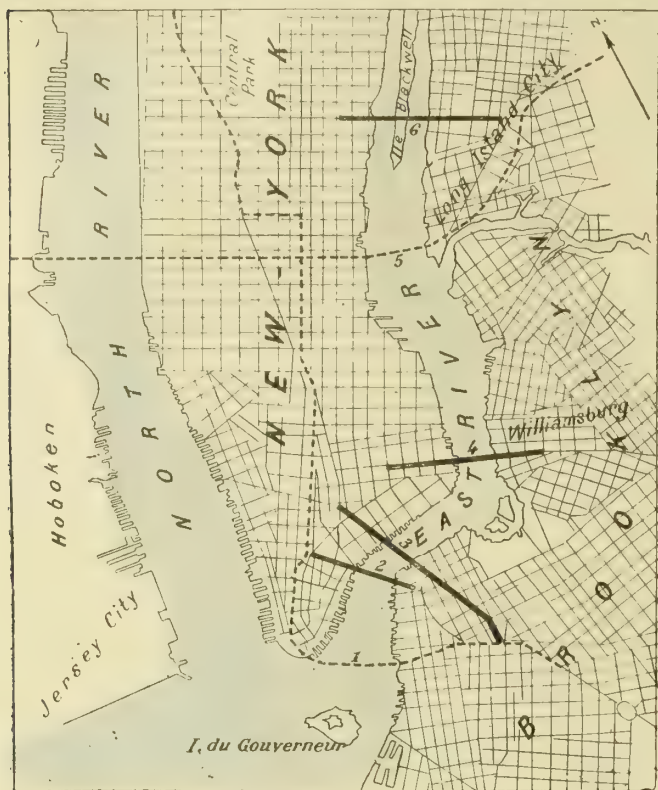


FIG. 2. — Plan de New-York et de ses environs.

1, tunnel du Rapid Transit Railway; — 2, pont de Brooklyn; — 3, pont de Manhattan; — 4, pont de Williamsburg; — 5, tunnel du Pennsylvania Railway; — 6, pont de l'île Blackwell.

piétons, mais sa capacité de transport, malgré les améliorations apportées au plan primitif, devenait de jour en jour plus insuffisante et, d'ailleurs, les seuls moyens de communication entre les deux rives, à partir du pont jusqu'à l'île Blackwell, située à environ 8 kilom. en amont, consistaient en réalité dans les ferry-boats et les cargo-boats qui sillonnent l'East River.

Le pont suspendu de Brooklyn, dont la travée centrale a une longueur de 483 mètres, est l'œuvre de John A. Roebling, l'ingénieur des ponts sur le Niagara et de Cincinnati. Les difficultés nouvelles qu'il

et celui de Williamsburg, montre, en dehors de la réduction de temps, l'économie considérable que les progrès de l'art de l'Ingénieur et de la métallurgie ont permis de réaliser en vingt ans. Il convient de rappeler à ce sujet que le pont de Brooklyn est un des premiers ouvrages où il ait été fait un emploi systématique de l'acier au lieu du fer. On estime qu'il est traversé tous les ans par 120 millions de passagers.

Le 19 décembre dernier, on a ouvert un nouveau pont, celui dit de Williamsburg ou pont n° 2, le pont de Brooklyn étant le n° 1. Il joint la Delancey Street (côté New-York) aux 5^e et 6^e South Streets (côté Brooklyn). De plus, un ouvrage, beaucoup plus considérable par ses dimensions, est en construction sous le nom de pont de l'île Blackwell ou pont n° 4; il réunira les deux rives à la hauteur du Central Park, en s'appuyant sur l'île Blackwell; enfin, un autre pont, important par ses dimensions et sa situation, et en voie de construction plus avancée, viendra, sous le nom de pont de Manhattan, doubler en quelque sorte le pont de Brooklyn à environ 700 mètres en amont de ce dernier. Ce sera le pont n° 3.

On parle d'ailleurs, de remplacer le pont de Brooklyn par un autre, plus moderne, quand ce troisième pont sera livré à la circulation. Le pont de Brooklyn est non seulement devenu insuffisant, comme nous l'avons dit, mais, ayant été construit à une époque où les progrès de la métallurgie et de la construction métallique étaient presque à leurs débuts, il laisserait même à désirer au point de vue de la solidité, étant donné surtout qu'il dessert un trafic beaucoup plus intense que celui qui avait été prévu dans le projet. Les nombreuses modifications et réparations dont il a été l'objet ont rendu simplement la situation supportable sans l'améliorer.

Tous ces ouvrages d'art font partie d'un projet d'ensemble, englobant tous les moyens de transport de New-York et ses environs, connu sous le nom de *Plus Grand New-York*, et qui a nécessité un accord entre les diverses municipalités et compagnies de chemins de fer intéressées. Ce projet consiste à créer tout un système nouveau de tunnels sous rivières, de ponts, de voies métropolitaines, ayant pour but d'assurer l'intercommunication, non seulement des différentes circonscriptions entre elles, mais aussi avec les faubourgs et environs immédiats et avec les grandes lignes rayonnant à l'extérieur.

L'inauguration du pont de Williamsburg marque une première étape dans la réalisation de ce projet.

Tous ces ouvrages, sauf celui de l'île Blackwell, qui est du type cantilever, sont suspendus à des câbles ancrés dans des culées et passant au-dessus de pylônes construits, partie en maçonnerie, partie en métal. C'est ce que font voir les figures 7, 8 et 9, donnant l'élévation schématique de chacun d'eux. Les coupes transversales des figures 3, 4, 5 et 6 permettent de se rendre compte de l'importance relative de chacun de ces ponts, y compris celui de Brooklyn. Nous reviendrons d'ailleurs sur les particularités de chaque ouvrage dans ce qui va suivre. Nous donnerons d'abord les dispositions générales et l'état d'avancement des travaux des deux ponts qui sont en cours de construction, puis une description détaillée du pont de Williamsburg, qui vient d'être achevé.

Pont de l'île Blackwell. — Élévation. — Ce pont, comme nous l'avons indiqué, porte le numéro 4 dans la série des grands ponts de New-York, et relie la circonscription de Manhattan à celle de Queens. C'est

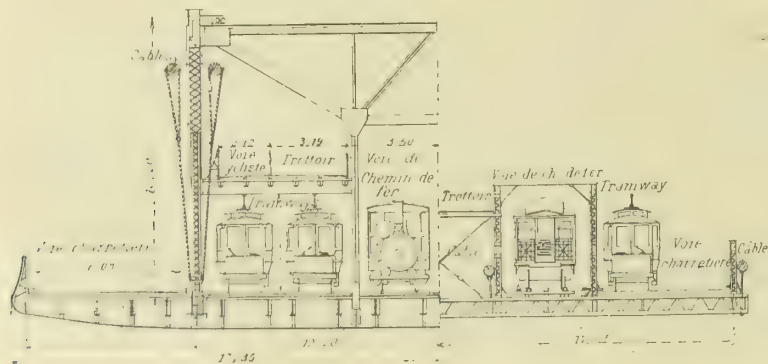


FIG. 3 et 4. — Demi-coupes transversales des ponts de Williamsburg et de Brooklyn.

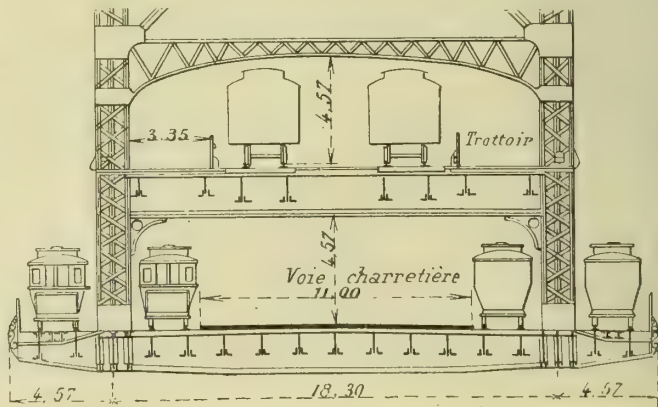


FIG. 5. — Coupe transversale du pont de l'île Blackwell.

fallut vaincre pour sa construction (longue portée, hauteur du tablier, profondeur des fondations, etc.) étaient si grandes à cette époque, que l'ouvrage fut considéré pendant longtemps et avec juste raison comme un chef-d'œuvre de la construction moderne. Sa dépense, 78 millions de francs, dépassa de beaucoup celle qui avait été prévue, 54 millions. Le tableau de la page 214, qui établit une comparaison entre ce pont

un ouvrage du type cantilever; sa longueur totale atteint, entre ancrages, 1 132^m 20 (fig. 9). Il comprend une travée de 359^m 30, sur le bras principal de l'East River et une autre de 299^m 15 sur le bras est qui sont reliées par une travée de 191^m 50, régnant au-dessus de l'île Blackwell. Enfin, l'ouvrage comprend deux travées de rives ayant respectivement 139^m 53 et 142^m 70. Le Gouvernement des États-Unis ayant imposé, pour les besoins de la navigation, une hauteur de 40^m 50 sur une longueur de 120 mètres pour chacun des bras navigables, on a

(4) Voir le *Genie Civil*, t. III, n° 45, p. 353, et t. IV, n° 24, p. 335.

Fig.5 et 6 Pont de Williamsburg
Fig.5. Vue isométrique Fig.6 Elevation

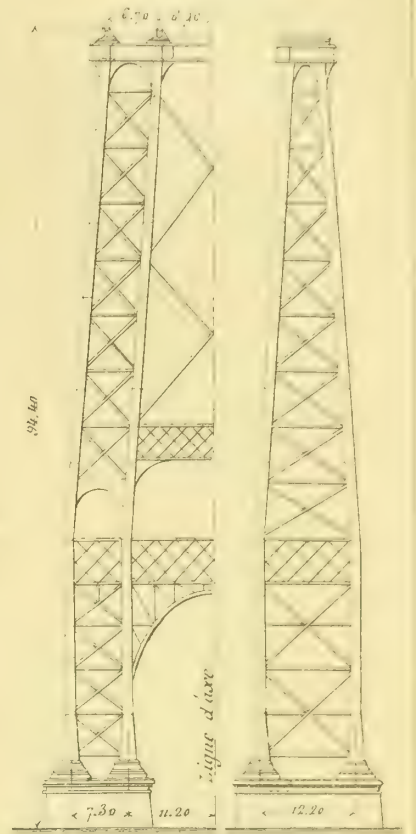
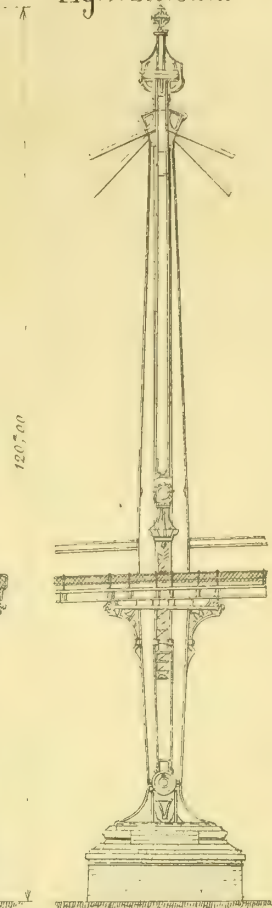


Fig. 8. Elevation

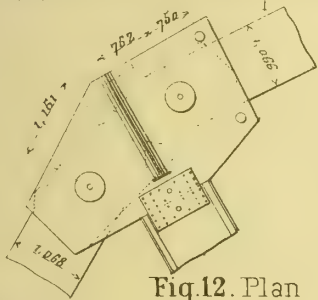


Fig.12. Plan

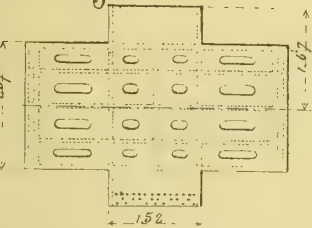
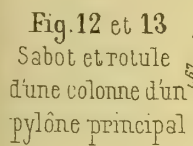


Fig.13. Elévation Coupe

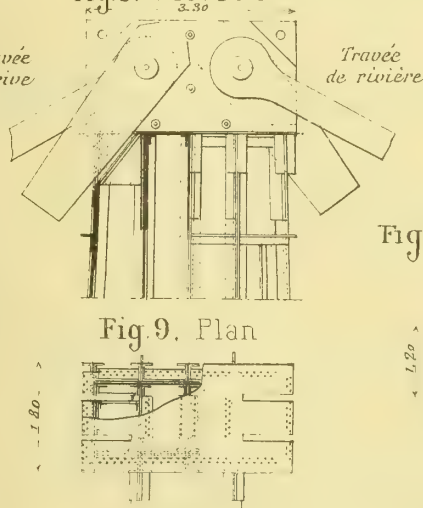


Fig.8 à 11
Attache des câbles
Chaînes aux pylônes

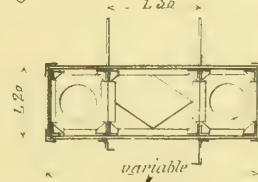
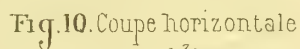


Fig.11. Vue latérale

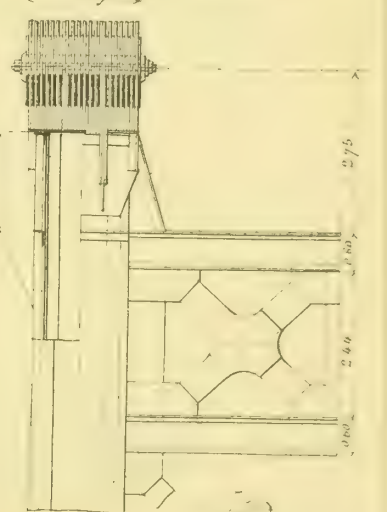
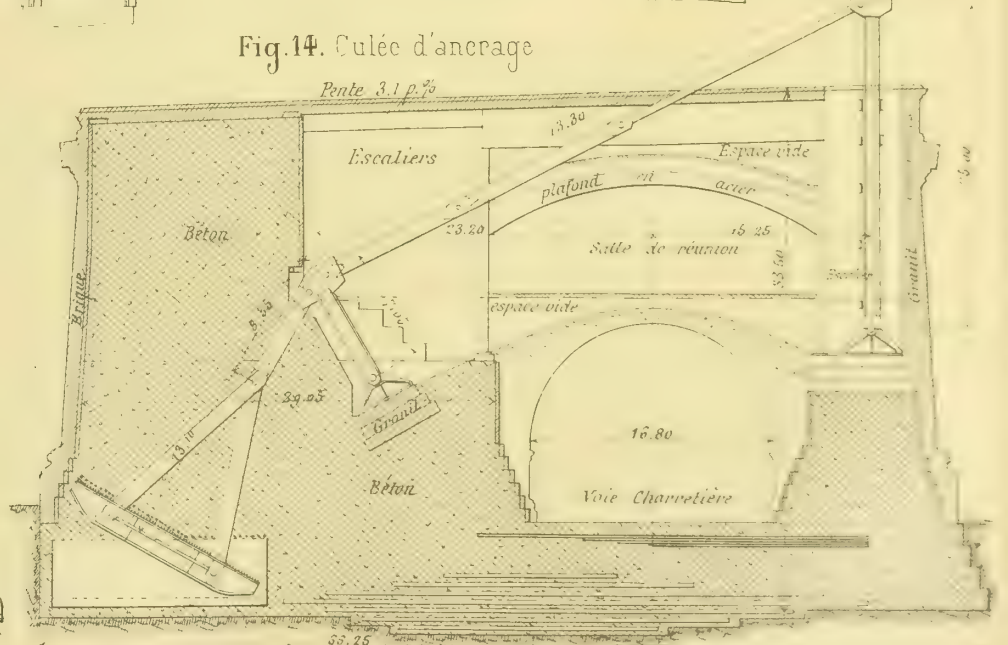
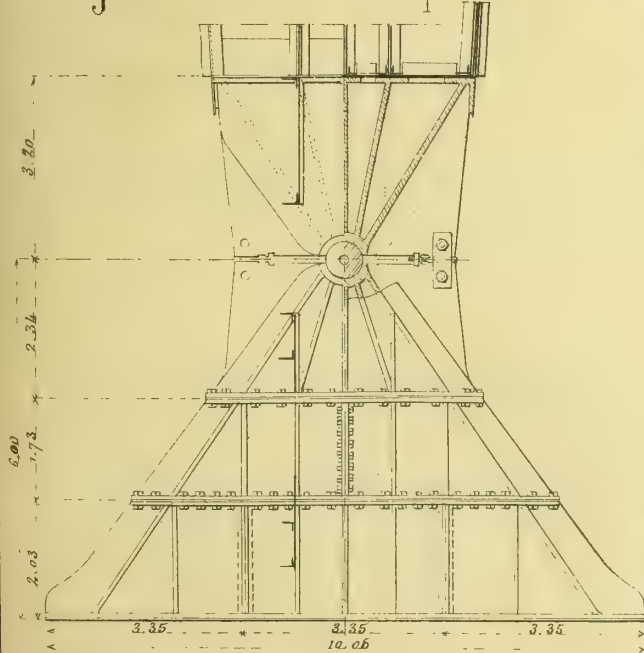


Fig.14. Culée d'ancrage



dû prévoir, sur les deux rives, des viaducs d'approche en maçonnerie ou en métal, d'une longueur totale de 1104^m 90, avec des rampes de 3,4 ‰.

Les travées principales reposent sur quatre piles intermédiaires et sur deux culées d'ancrage, toutes fondées sur le roc et construites en pierres de taille, avec remplissage intérieur en béton. Les ancrages et les piles dépassent en longueur la largeur de la superstructure, et présentent, à leurs extrémités, des tourelles qui ont 15 mètres de hauteur au-dessus du tablier et dont le sommet atteint 48 mètres au-dessus du sol. Toutes les piles étant au-dessus des hautes eaux affectent la forme de deux grands pylônes en maçonnerie, réunis par un entablement et une voûte, le tout d'un caractère massif et imposant (fig. 1 et 2, pl. XIV). Les fondations ont été exécutées à l'aide de caissons ouverts, de faible hauteur.

Section transversale.

— L'ouvrage comprend deux étages (fig. 5) : le premier présente une largeur de 18^m 30 pour la pièce de pont principale, qui est prolongée par des consoles de 4^m 57 chacune, ce qui donne à l'ensemble une largeur totale de 27^m 43. Cet étage comporte quatre voies pour cars électriques; ces voies sont accolées deux à deux aux poutres principales; elles laissent, au centre, un espace libre de 11 mètres, pour la circulation des voitures ordinaires.

La commande des cars se fera par trolley supérieur entre les poutres, inférieur pour les deux voies latérales. Le tablier supérieur, élevé de 6^m 80 au-dessus de l'autre, comprend les deux voies de l'Elevated Railroad qui en occupent le centre, et deux voies latérales de 3^m 35 de largeur pour piétons. Enfin, une poutre d'entretoisement, établie à 4^m 57, hauteur maximum, au-dessus du platelage du deuxième tablier, constitue une troisième liaison entre les poutres principales. Au-dessus d'elle, règnent des diagonales, et, suivant les hauteurs, un ou deux entretoisements supérieurs (fig. 1 et 2, pl. XIV).

tourelles portant des drapeaux. On y accédera par des escaliers en spirale.

Poutres principales. — Les poutres principales partiront du sommet des pylônes; situées dans des plans verticaux, elles seront distantes de 18 mètres d'axe en axe, avec des hauteurs, maxima de 51 mètres, et minima de 31^m 50 et 13^m 50 respectivement, pour la travée située sur l'île et pour les deux travées des passes navigables. Les membrures inférieures seront sensiblement horizontales et ne présenteront qu'une faible flèche. Les membrures supérieures seront, au contraire, inclinées, comme l'indique la figure 9. Les poutres seront divisées en pan-

neaux de longueurs variant entre 13^m 50 et 24 mètres. Elles seront entretoisées, comme nous l'avons dit, par les pièces de pont, à la partie inférieure, et par des diagonales au droit des montants des membrures supérieures et aux points intermédiaires des montants verticaux.

Il y aura deux systèmes principaux de contreventements : l'un dans le plan des mem-

brures supérieures, et l'autre dans celui des membrures inférieures, ce dernier composé de tôles ondulées, avec remplissage en béton. Contrairement au type de construction qui a été adopté pour le pont de Williamsburg, pour lequel, comme on le verra plus loin, on a adopté des câbles, on est revenu au type articulé du moins pour les membrures supérieures. Les autres seront constituées par des poutres à âme triple et rivées. Les poutres équilibrées n'auront qu'une seule rotule dans les travées principales. Il est d'ailleurs à remarquer que ni l'une ni l'autre ne comprennent de poutre horizontale de jonction, et que les cantilevers se relient directement l'un à l'autre.

Matériaux employés. — On estime le poids total du métal employé à 39 000 tonnes, dont 12 600 tonnes pour la travée principale. Ce chiffre se décompose en 4 500 tonnes d'acier au nickel pour les axes et les

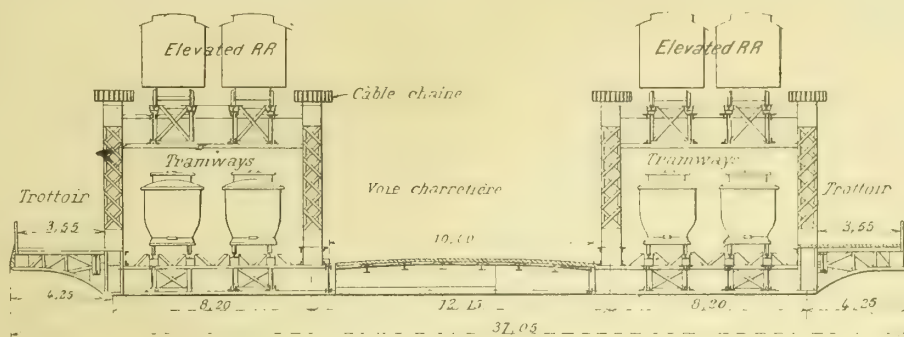


FIG. 6. — Coupe transversale du pont de Manhattan.

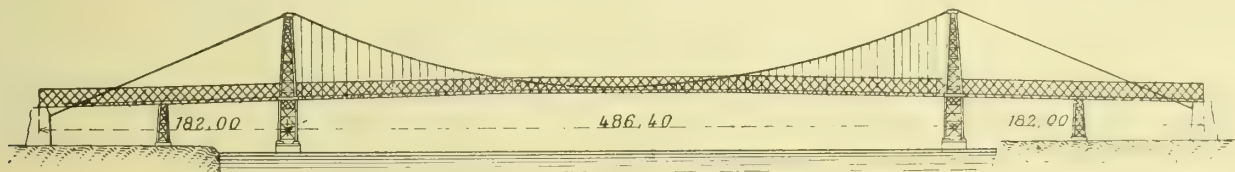


FIG. 7. — Élévation du pont de Williamsburg.



FIG. 8. — Élévation du pont de Manhattan.

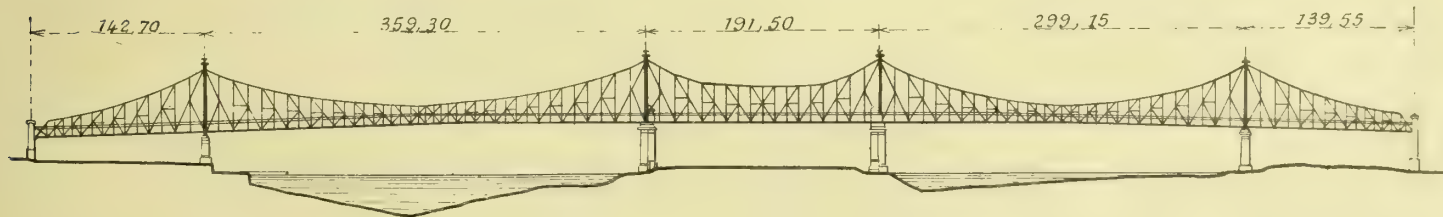


FIG. 9. — Élévation du pont de l'île Blackwell.

Grands pylônes. — Les piles de maçonnerie portent de grands pylônes métalliques (fig. 1 et 2, pl. XIV), d'environ 90 mètres de hauteur, comptés de leur origine sur les maçonneries à leur sommet. Ces pylônes auront, au pied, une largeur de 27^m 90, et comporteront deux montants verticaux, avec fruit de $\frac{1}{10}$; ces montants seront reliés, à la hauteur de la poutre d'entretoisement dont nous avons parlé, par un poutrage horizontal, au-dessus duquel régneront des séries de diagonales. Le couronnement comprendra des corniches et des balcons ornements, établis à deux niveaux différents, et surmontés de deux

barres à œils, 2 900 tonnes d'acier doux pour d'autres pièces de même genre, et 32 000 tonnes d'acier pour les autres parties métalliques. Tout l'acier mis en œuvre doit être de l'acier Martin; l'acier au nickel sera employé pour les barres à œils et les axes des membrures supérieures et des diagonales. Il ne devra contenir, au maximum, que 3,5 ‰ de nickel, 0,5 ‰ de soufre et 0,4 ‰ de phosphore s'il est basique, et 0,6 ‰ s'il est acide. Les tôles, goussets, barres et axes en acier ordinaire ne devront contenir, au maximum, que 0,5 ‰ de soufre et 0,4 ‰ de phosphore si elles ont été fabriquées par le pro-

cédé basique, ou 0,8 % si elles sont dues au procédé acide. Enfin, les rivets ne doivent pas présenter plus de 0,4 % de soufre et de 0,4 % de phosphore en aucun cas.

Renseignements divers. — On accédera de l'île Blackwell aux piles du pont par des ascenseurs logés dans chacune des tours et desservant piétons et voitures; ces tours contiendront également des salles d'attente pour le public. Il y aura aussi des escaliers dans les culées d'ancrage.

La figure 10 représente une vue à vol d'oiseau du pont de l'île Blackwell quand il sera terminé, et permet de se rendre compte de l'effet architectural de ce colossal ouvrage. On estime qu'il pourra suffire à un trafic annuel de 150 millions de passagers. Le coût en est estimé à 62 500 000 francs, répartis comme suit :

Droits de passage.	Fr. 15 000 000
Piles et culées en maçonnerie	3 730 000
Travées métalliques.	43 770 000
TOTAL	Fr. 62 500 000

Les deux bras du fleuve ayant l'un et l'autre une largeur de 300 mètres, avec des profondeurs de 12 à 18 mètres et un courant rapide, on adoptera probablement le système suivant pour le montage :

Les poutres d'ancrage et la partie située sur l'île Blackwell seront exécutées à l'aide de ponts de service; les travées principales se monteront en porte à faux.

Les plans du pont de l'île Blackwell ont été commencés en 1898 sous la direction de M. Robasto, alors Ingénieur en chef, et de M. John L. Shea, alors Commissaire des ponts. Ils ont été depuis lors confiés à MM. Buck, Ingénieur en chef, et Gustave Lindenthal, Commissaire. M. H. A. La Chicotte est chargé de la direction des travaux. La décoration architecturale a été étudiée par M. H. Hornbostel.

Pont de Manhattan. — *Dispositions générales.* — Cet ouvrage porte le numéro 3 des grands ponts jetés sur l'East River. Placé à la suite du pont de Brooklyn, en remontant l'East River, il part de l'intersection des Bowery et Canal Streets (Manhattan) et atteint Brooklyn à l'origine de la Washington Street.

D'après les plans définitifs dressés par M. G. Lindenthal, il comprend trois travées et présente les caractéristiques suivantes (fig. 8) :

Travée centrale	mètres. 446,90
Travées de rives, chacune 220 ^m 40.	— 440,80
Longueur totale de la partie métallique.	— 887,70
Longueur totale de l'ouvrage, approches comprises.	— 3010,00
Largeur totale.	— 37,05
Hauteur des pylônes au-dessus des hautes eaux	— 120,00
Hauteur de la travée centrale sous clé.	— 41,04
Pente allant du centre aux ancrages, par mètre	— 0,03

La section transversale (fig. 6) comporte une partie centrale de 10^m 80 de largeur libre, réservée aux voitures qui y peuvent circuler à trois de front; puis, symétriquement, de chaque côté de l'axe, quatre voies superposées, les inférieures pour tramways électriques, les supérieures pour l'Elevated Railroad. Enfin, de chaque côté, posée sur consoles, une voie extérieure de 3^m 55 pour piétons.

La charge maximum que pourra être appelé à supporter l'ouvrage est calculée comme suit par pied courant :

Quatre trains de chemins de fer	kilogr. 3 100
Quatre lignes de tramways	— 1 800
Surface chargée de voie charretière.	— 1 600
Surface chargée de voie pour piétons.	— 750
TOTAL	kilogr. 7 250

Soit, par mètre courant, 23 800 kilogrammes.

Élévation. — Le pont de Manhattan appartient au type des ponts suspendus, mais avec des modifications considérables (fig. 8). Les quatre câbles qui soutiennent le tablier ne passent pas, en effet, comme d'ordinaire, sur des coussinets portés par les pylônes et reposant sur ceux-ci par l'intermédiaire de rouleaux pour parer aux mouvements dus aux charges mobiles et aux variations de température. Ils partent, au contraire, chacun des sommets des pylônes auxquels ils sont fixés (fig. 8 à 11, pl. XIV); ceux des travées de rives sont maintenus par des culées d'ancrage, ceux de la travée centrale se continuent l'un l'autre, dans les conditions que nous indiquerons plus loin. Les pylônes sont eux-mêmes placés sur des rotules qui permettent à l'ensemble de prendre un mouvement longitudinal; ces rotules sont portées par des socles qui répartissent le poids sur la maçonnerie des piles.

D'autre part, les câbles principaux ne sont pas constitués par des fils, mais par des chaînes; enfin, au lieu d'employer, pour raidir l'ensemble, des poutres principales faisant directement corps avec le tablier du pont, les poutres, auxquelles est confiée cette fonction, font corps avec les chaînes des câbles, et constituent la membrure supérieure (fig. 8). Dans les travées de rives leurs membrures inférieures

atteignent le tablier vers son centre et se continuent jusqu'aux ancrages; dans la travée centrale, elles l'atteignent vers chaque quart et sont réunies par une poutre de jonction. Les poutres de raidissement sont du système articulé.

Le tablier est porté par des poutrelles qui partent des montants de chaque panneau. Ceux-ci ont environ 13^m 50 de longueur.

Avantages des câbles-chaînes. — Les Ingénieurs américains réclament pour le système des câbles-chaînes les avantages suivants: les câbles-chaînes et les poutres de raidissement de la travée centrale forment une seule armature; les poutres ont la forme convenable pour offrir aux points les plus chargés la résistance maximum, car elles ont la hauteur la plus grande vers le quart de la travée de chaque côté de son axe transversal. En même temps leur hauteur est réduite dans la partie centrale de manière que les effets de dilatation y soient relativement faibles. Ces formes assurent ainsi en même temps qu'une sérieuse économie de métal, un raidissement considérable. Grâce à la fixation rigide des poutres sur les pylônes, le pont fonctionne indépendamment de tout appareil de frottement, et se comporte, sous les charges, comme un corps élastique.

La substitution des chaînes aux câbles en fils d'acier généralement employés a donné lieu à une longue discussion sur les avantages comparatifs des deux systèmes. Ainsi que l'indique M. Anatole Mallet, dans la chronique du *Bulletin de la Société des Ingénieurs Civils de France*, les câbles présentent l'avantage de fournir une grande résistance avec un poids modéré, mais le montage est plus difficile, plus long, et la surveillance à peu près impossible. Au contraire, les chaînes peuvent être surveillées dans toutes leurs parties, et peintes quand le besoin s'en fait sentir; elles ont contre elles leur poids considérable. Leur montage est plus rapide et plus facile que celui des câbles, car on peut les préparer complètement à l'atelier pendant le montage des pylônes et les poser dès que celui-ci est terminé, tandis que les câbles doivent être faits sur place. Le grand volume des barres qui les composent, comparativement à celui des câbles qu'on aperçoit à peine de loin est, d'autre part, un inconvénient au point de vue esthétique.

M. Lindenthal, qui a fait prévaloir l'emploi des chaînes, compte employer, pour leur construction, des barres en acier au nickel avec une limite d'élasticité minimum de 39 kilogr. par millimètre carré et une résistance à la rupture de 71 kilogr. avant recuit et de 34 kilogr. et 60 kilogr. après recuit. Dans ces conditions, la comparaison des prix entre les deux systèmes se résumerait par une économie d'environ 700 000 francs en faveur des chaînes. Dans la chronique déjà citée, M. Mallet indique, d'après l'exemple fourni par la maison Harkort, de Duisbourg, qui s'occupe spécialement de la construction des ponts suspendus, que pour un ouvrage important sur le Rhin (travée centrale de 220 mètres et travées de rives de 120 mètres), la différence en poids serait de 25 % en faveur de la suspension par câbles, mais que, comme prix, les deux systèmes de construction donneraient sensiblement les mêmes résultats.

Pylônes. — Les pylônes (fig. 3 et 4, pl. XIV) consistent chacun en quatre colonnes disposées dans le même plan vertical et transversalement à l'ouvrage, et constituées par trois âmes transversales et cinq âmes longitudinales, réunies par des diaphragmes horizontaux. Les deux colonnes intérieures sont verticales: les deux extérieures présentent un léger fruit. Toutes affectent dans le plan parallèle à l'axe du pont la forme d'égale résistance, avec 6^m 60 de largeur maximum, 4^m 25 à la base et 2^m 55 au sommet. Elles ont une hauteur totale de 110 mètres au-dessus du couronnement des maçonneries, et sont réunies, soit par des diagonales dans les parties inférieures et supérieures, soit par des arcatures permettant le passage des diverses voies et, à la hauteur du tablier, par une poutre continue de 4^m 20 de hauteur (fig. 3, pl. XIV). Elles se terminent, au sommet, par une partie ornementée surmontant une poutre en treillis et, à la base, par des socles largement évasés pour répartir les efforts sur la maçonnerie des piles. Ces socles sont eux-mêmes reliés deux à deux par des poutres de 4^m 20 de hauteur. Enfin, comme il a été déjà dit, chaque colonne repose, à sa partie inférieure, sur une rotule de 6^m 60 de diamètre qui permet un mouvement d'oscillation de l'ensemble sous l'action des charges mobiles et des effets de dilatation (fig. 12 et 13, pl. XIV). Le socle en acier fondu qui la supporte a 6 mètres de hauteur et une base de 3^m 60 × 10 mètres. Il est formé de deux âmes longitudinales et de deux transversales de 0^m 05 d'épaisseur et constitué par six sections dont les brides sont boulonnées les unes aux autres. La rotule est fixée sur le socle par deux bagues interrompues qui prennent place dans des gorges correspondantes; elle est percée suivant son axe d'un trou de 0^m 15 de diamètre.

Les trois âmes longitudinales des colonnes et celles de leurs socles ont 3^m 60 de largeur suivant l'axe de la rotule, et laissent un jeu de 0^m 10 entre elles pour permettre le mouvement d'oscillation après l'achèvement du pont. Pendant le montage, on sera obligé de boucher ce vide pour assurer le contact entre les âmes, accroître la surface de portée et éliminer toute oscillation. Ce résultat sera obtenu à l'aide d'une

clavette de 3^m60 de longueur insérée de chaque côté entre les âmes et fixée par des plaques provisoires (fig. 13, pl. XIV). L'extrémité la plus mince de cette clavette est filetée et engrenée avec un écrou qui permet de régler la portée; le pied, le montant, le socle et la plaque de recouvrement seront enclos dans un coffrage en plaques d'acier qui suivra les contours du pylône. A la hauteur du tablier, les colonnes seront pourvues de consoles sur lesquelles régnera un platelage en tôle ondulée formant des places de repos.

Les sommets des colonnes porteront un plancher horizontal constitué par des plaques de 1^m80 de largeur sur 3^m30 de longueur. Elles serviront de support à dix-neuf plaques verticales entre lesquelles viendront s'assembler, par deux boulons de 0^m40 de diamètre, les barres à œils des chaînes de suspension (fig. 8 à 11, pl. XIV).

Câbles-chaînes. — Les deux lignes de chaque chaîne sont formées de barres à œils de 0^m45 de largeur; elles doivent être calculées pour supporter chacune 6000 kilogr. environ par mètre courant, ce chiffre correspondant aux charges maxima réunies sur le pont. Nous avons donné plus haut les résistances exigées pour l'acier au nickel employé à la construction des chaînes. L'acier ordinaire (structural steel) devra, suivant les cas, fournir des résistances à la rupture de 42 kilogr. et de 46 kilogr. par millimètre carré, avec des limites d'élasticité au moins égales à la moitié de ces chiffres.

fouurrures (fig. 7, pl. XIV). Les barres extrêmes de chaque chaîne sont articulées sur des séries de treize poutres de 14^m60 de longueur entre lesquelles elles sont alternativement fixées. L'âme de chaque poutre a 2 mètres de hauteur; les semelles inférieures sont jointives, et les supérieures laissent passer les barres des chaînes.

Au-dessus des semelles supérieures est disposé un plancher formé de cent dix-neuf poutrelles de 0^m125 de hauteur et de 3^m33 de longueur qui constitue une plate-forme de réaction noyée dans le massif de béton et reportant les efforts sur lui. L'effort maximum par chaîne étant de 11000 tonnes et la surface de support de 45 mètres carrés environ, la pression maximum par centimètre carré est de 24^{kg}5. Sept épaisseurs de madriers de 0^m25 × 0^m25, espacés de 1^m20 d'axe en axe et dont quelques-uns ont 40 mètres de longueur, sont noyés dans le béton au-dessus du niveau des hautes eaux.

Renseignements divers. — Les piles en rivière seront fondées sur des caissons forcés à l'air comprimé. Ces caissons seront en charpente, suivant le système américain. On compte atteindre le bon sol de fondation à des profondeurs variant entre 30 mètres et 39 mètres.

On disposera sur divers points des escaliers pour faire communiquer, en cas d'accidents, les voies supérieures avec celles des piétons. On pourra accéder à celles-ci, à l'intersection des Pike et Cherry Streets, à New-York, et à celle des Water et Adams Streets à Brooklyn, par deux



FIG. 10. — Vue à vol d'oiseau du pont de l'île Blackwell.

Pièces de pont. — Les pièces de pont sont faites en trois parties; la partie centrale est supportée à chaque extrémité (fig. 6) et s'y termine par des consoles qui portent les voies pour piétons. La poutre centrale porte la voie charretière. Les solives de cette dernière sont surmontées d'un platelage en tôle ondulée sur laquelle reposent une couche de béton et le pavage. La figure 6 montre la construction adoptée pour l'établissement des voies de tramways et de l'Elevated Railroad.

Ancrages. — Les ancrages sont constitués par de doubles massifs de maçonnerie et ont 66^m25 de longueur dans le sens de l'axe du pont, 55^m30 dans l'autre sens, et 33^m50 de hauteur au-dessus du niveau moyen du fleuve. Chacun d'eux (fig. 14, pl. XIV) est traversé par une voûte de 16^m80 de largeur pour donner passage à une rue. Au-dessus de la voûte en béton sera disposée une salle de réunion, avec corridor, escaliers, etc., qui occupera toute la largeur de la culée. Le massif de maçonnerie sera constitué par des couches de béton avec parements extérieurs en granit et intérieurs en briques. Enfin, la voie supérieure reposera sur un plancher métallique.

Les barres à œils qui constituent les chaînes d'ancrage passeront dans des galeries accessibles, avec revêtements en briques émaillées, et seront supportées aux deux points d'inflexion par des colonnes, les unes verticales, les autres obliques. Chacune des premières comprend sept âmes de 1^m20 de largeur dont les ailes sont reliées par des cornières. Elles ont 1^m75 de largeur et reposent sur des socles en fonte d'acier de 2^m50 de largeur et de 3^m90 de longueur. Les colonnes obliques présentent une structure analogue, mais comprennent douze âmes reliées par un diaphragme qui est lui-même réuni aux plaques de support des boulons d'articulation.

Les colonnes ne sont pas directement reliées aux chaînes, mais leurs âmes reçoivent les abouts des plaques susdites, par l'intermédiaire de

escaliers et quatre ascenseurs logés dans chaque culée d'ancrage. La grande surface de ces culées permettra d'y placer des salles pour réunions publiques. On estime que les huit voies pour les tramways et l'Elevated Railroad pourront suffire à un trafic annuel de 200 millions de voyageurs.

On évalue le prix total de l'ouvrage, approches comprises, à 65 millions de francs, dans lesquels les piles en rivière et les culées d'ancrage entrent pour 15 millions.

Le projet du pont de Manhattan a été dressé et son exécution est dirigée par M. G. Lindenthal; M. Henry La Chicotte en est l'Ingénieur en chef et M. Henry H. Hornbostel, l'architecte-conseil. L'entrepreneur des fondations, seule partie encore traitée, est M. John C. Rodgers (1).

Pont de Williamsburg. — *Dispositions générales.* — Les coupes transversales données par les figures 3 et 4 permettent d'apprécier les différences existant entre les ponts de Brooklyn et de Williamsburg et les avantages considérables que présente le second par rapport au premier. Nous les résumons dans le tableau ci-après.

(1) Au moment de mettre sous presse, nous apprenons que la nouvelle Commission des Ponts, sous la direction de M. G. E. Best, successeur de M. Lindenthal, vient de remanier encore une fois le projet du pont de Manhattan. La discussion relative à l'économie des câbles en fils n'a pas été étrangère à ce changement; on a tenu compte aussi de considérations esthétiques.

Les principales différences d'avec le projet Lindenthal sont: la substitution de câbles en fils aux câbles-chaînes, l'emploi de selles au sommet des pylônes pour supporter ces câbles, le déplacement de la membrure supérieure qui avait à peu près la courbure du câble et qui maintenant serait parallèle à la membrure inférieure et au niveau de la voie charretière, enfin la suppression des halls dans les culées d'ancrage. On semble ainsi revenir entièrement à l'ancien système de suspension par câbles continus avec lequel M. Lindenthal avait désiré rompre, ce qui, à notre avis, constituait un sérieux progrès. Il est très probable d'ailleurs que ce projet sera encore modifié en cours d'exécution: quand l'ouvrage sera terminé, le *Génie Civil* en donnera la description tel qu'il aura été construit.

DÉSIGNATION	PONT DE BROOKLYN	PONT DE WILLIAMSBURG
Longueur totale mètres	1 847,90	2 208,18
— de la travée centrale —	484,90	486,40
Largeur totale —	25,84	35,87
Hauteur des pylônes au-dessus du tablier. . . —	48,35	63,84
Largeur utile —	22,49 (tablier unique)	44,64 (deux tabliers)
Pente moyenne 3,3 ‰		3 ‰
Pente maximum 3,9 ‰		3,45 ‰
Nombre de fils dans chaque câble	3 206	7 700
Diamètre des câbles . . mètres	0,364	0,439
Poids des câbles au mètre courant kilogr.	741	1 440
Résistance maximum de chaque câble tonnes	12 200	24 300
Charge permanente portée par les câbles :		
de la travée centrale . .	6 780	13 740
de la travée de rive . .	7 900	0
Dépense totale (approches comprises)	78 000 000	55 000 000
Dispositions générales	1 voie pour piétons	2 voies pour piétons
	2 voies de tramways	4 voies de tramways et 2 voies pour cyclistes
	2 voies charretières	2 voies charretières
	2 voies de chemins de fer	2 voies de chemins de fer

Les plans définitifs ont été dressés de 1893 à 1897 par M. Buck ; le type de l'ouvrage avait été déterminé par l'Act de la Législature de l'État de New-York qui, sans doute par imitation du pont de Brooklyn, avait imposé celui du pont suspendu. On n'eut donc pas à discuter le type à adopter, ce qu'on paraît actuellement regretter, au profit du système cantilever, mais on se préoccupa tout d'abord d'augmenter la capacité du nouvel ouvrage, et l'on s'arrêta au profil transversal de 35^m 87 de largeur permettant d'établir les voies suivantes en utilisant deux étages de tabliers :

Étage supérieur	Deux passages pour piétons de 3 ^m 19 chacun . . . mètres.	6,38
	Deux voies pour cyclistes de 2 ^m 12 — . . . —	4,25
Étage inférieur	Deux voies pour l'Elevated Railroad —	6,69
	Quatre voies pour tramways —	12,16
	Deux passages pour voitures de 6 ^m 08 —	12,16
Largeur totale de passage mètres.		41,64

Au droit du pont, le terrain est d'environ 6 mètres au-dessous du niveau des extrémités du pont de Brooklyn ; comme les degrés d'accès devaient offrir la même pente dans les deux cas, il a fallu augmenter d'un sixième la longueur du nouvel ouvrage. On décida d'employer quatre câbles de suspension avec deux poutres principales entre lesquelles circuleraient les tramways ainsi que les wagons de l'Elevated Railroad, et des encorbellements de chaque côté, qui porteraient les passages pour voitures.

On admit que les portions des câbles comprises entre les ancrages et les pylônes ne porteraient directement aucune partie du pont, et ne fonctionneraient que comme câbles de traction et d'équilibre. Cette disposition permit d'employer des câbles plus courts et de réduire leur diamètre et leur prix. Enfin on remplaça les pylônes en maçonnerie ainsi que les viaducs d'approche par des constructions métalliques. Pour les premiers, l'emploi de l'acier réalisait une économie sensible de prix et d'encombrement ; pour les autres, l'obligation de faire passer entre eux les diverses voies susmentionnées aurait conduit à des constructions énormes qui auraient en outre accru proportionnellement l'importance des fondations.

Enfin, pour les pylônes, le montage des fers devait être plus rapide et plus facile que celui des maçonneries et on pouvait les pousser à une plus grande hauteur, ce qui permettait de réduire la dimension des câbles en utilisant mieux leur courbure. On estime, en un mot, que les pylônes en maçonnerie auraient nécessité des fondations deux fois plus considérables, des délais de construction trois fois supérieurs, et une dépense cinq fois plus grande que ceux en charpente métallique.

Ces diverses dispositions donnent la répartition suivante pour le profil en long de l'ouvrage : viaduc d'approche, culée d'ancrage, travée de rive de 182 mètres s'appuyant d'un côté sur la culée et de l'autre sur la poutre qui relie les pylônes principaux et prend, en outre, appui sur pylône intermédiaire ; ensuite la travée centrale de 486^m 40 de longueur suspendue aux câbles dont nous avons parlé. Au delà vient la seconde travée de rive entièrement semblable à la première, l'autre culée d'ancrage et le viaduc d'approche.

Fondations. — CULÉES D'ANCRAGE. — On commença par chercher la surface du roc solide pour asseoir ces ouvrages, à l'aide de forages au diamant. On montait la perforatrice à l'arrière d'un fort chaland et on descendait un tube en acier de 0^m 15 de diamètre. Lorsqu'il rencontrait un conglomérat qu'on ne pouvait écarter ou briser, on le perçait et on y insérait un tube de diamètre moindre. Ce procédé fut poursuivi jusqu'à ce qu'on eut atteint le bon roc ; on y scellait alors un tube de 0^m 05. On retirait ensuite le chaland et on descendait sur la tête du tube, en l'y reliant par des boulons, une plate-forme en charpente de 2^m 40 × 3 mètres qu'on amarrait sur le chaland et sur le fond. Cette plate-forme recevait ensuite la perforatrice qui perçait des trous de 3 à 6 mètres dans le roc. On a pratiqué vingt-deux trous sur l'emplacement des piles. Ils ont permis de se rendre compte que les fondations devaient être poussées jusqu'à des profondeurs variant de 13^m 83 à 20^m 50 du côté New-York et de 24 mètres à 31^m 50 du côté Brooklyn.

Culées d'ancrage. — Les culées d'ancrage sont en plan de forme trapézoïdale et présentent les dimensions suivantes :

A la base	Culée de Brooklyn mètres.	53,88 × 47,60
	Culée de New-York. . . . —	52,61 × 46,12
Au sommet.	—	45,30 × 38,76

Les massifs reposent sur des grillages en charpente portés eux-mêmes par des pilotis. Ceux-ci ont été battus jointifs sur la rive New-York et recépés à 0^m 30 au-dessus du fond de fouille. On a ensuite noyé leurs têtes dans un massif de béton de 0^m 90 de hauteur. La partie arrière de la culée de Brooklyn repose sur un système analogue. Puis on a noyé dans le béton des madriers de 0^m 25 × 0^m 25 disposés normalement à l'axe du pont à 1^m 50 les uns des autres. Quatre cours de grillages se superposent ainsi boulonnés les uns sur les autres.

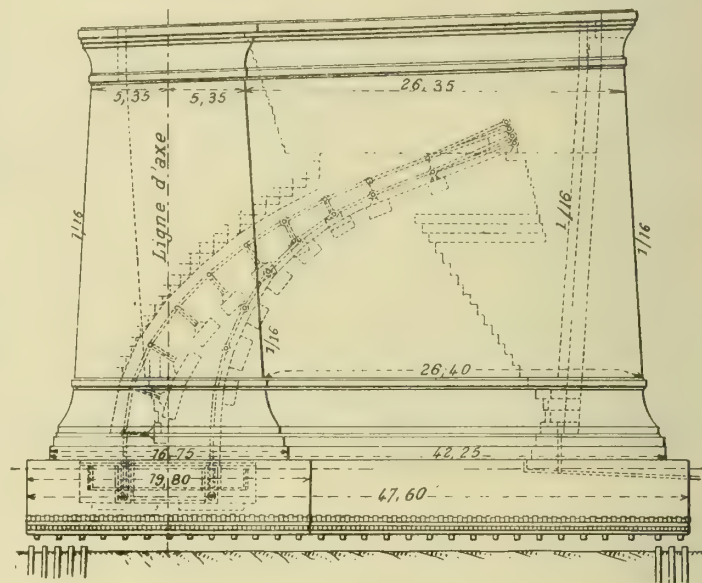


FIG. 11. — Culée d'ancrage du pont de Williamsburg, côté Brooklyn.

A leur partie supérieure a été coulée une couche de béton de 3^m 90 d'épaisseur, à New-York, et de 1^m 80 à 3 mètres, à Brooklyn. Dans ce dernier massif sont ménagées les trois chambres d'ancrage, une double de 15 mètres sur 12^m 15 et deux simples de 7^m 50 × 12^m 15 pour les câbles extérieurs. C'est sur ce massif qu'est édifiée, par assises de 0^m 90, la maçonnerie de pierres de taille qui ne présente comme vides que les galeries donnant passage aux chaînes. Les parements et la corniche sont en granit (fig. 11).

La partie métallique qui constitue chaque ancrage comprend les ancrages proprement dits, les chaînes d'ancrage et les poutres qui soutiennent celles-ci. Il y a deux chaînes par câble (fig. 11) : elles se composent de barres à œils en acier, placées côte à côte et réunies par des boulons d'articulation. A son extrémité inférieure, chaque chaîne est fixée à une plaque spéciale en acier fondu, de 3 mètres de longueur sur 1^m 425 de largeur, et, à leur extrémité supérieure, les chaînes se raccordent respectivement aux sabots qui reçoivent les abouts de dix-huit torons d'une part et de dix-neuf de l'autre. Les plaques d'ancrage reposent sur des grillages formés de poutrelles en double T de 0^m 50 noyées dans un massif de béton. Il y a huit poutrelles par ancrage. Elles sont elles-mêmes maintenues par trois séries de poutres, une pour chacun des câbles extérieurs, la troisième pour les deux câbles intérieurs. Ces poutres constituent des grillages sur lesquels repose la maçonnerie dont le poids total est d'environ 130 000 tonnes. Comme d'ordinaire, les boulons d'articulation des châssis sont portés soit par des traverses (chaîne supérieure) soit par des coussinets (chaîne inférieure) ; les unes et les autres sont fixés sur des pierres de taille

qui sont elles-mêmes noyées dans la maçonnerie. Le poids approximatif des chaînes est de 876 tonnes; celui des grillages de 474 tonnes, celui des pièces en fonte, de 203 tonnes.

FONDATEMENTS DES PILES. — Les grands pylônes métalliques reposent chacun sur une pile en maçonnerie; ces piles sont fondées sur des caissons en charpente dont l'axe transversal est perpendiculaire à celui du pont. Leurs axes longitudinaux sont à 29^m 15 l'un de l'autre; la hauteur commune au-dessus du niveau des hautes eaux est de 6 mètres jusqu'à la corniche et de 6^m 90 jusqu'au sommet des socles qui, au nombre de quatre, reçoivent chacun le pied d'un arbalétrier du pylône correspondant. Les socles sont espacés de 7^m 20 dans le sens transversal et de 12 mètres dans le sens longitudinal de l'ouvrage. Dans toute cette partie les revêtements sont faits en bossages de granit; la corniche, le couronnement et les socles sont en granit taillé sur toutes les faces.

Piles côté Brooklyn. — Les caissons ont en plan 19^m 15 × 24 mètres, la dimension la plus forte étant parallèle à l'axe de l'ouvrage. Leurs hauteurs diffèrent, celle du caisson sud étant de 11^m 85 et celle du caisson nord de 16^m 11. Leurs murs verticaux sont formés de deux épaisseurs de madriers de 0^m 25 × 0^m 25 posées l'une dans le sens horizontal, l'autre dans le sens vertical. L'étanchéité est assurée par un double revêtement de madriers de 0^m 075 assemblés à rainure et à languette, et posés l'un obliquement et l'autre verticalement. Le plafond de la chambre de travail est constitué de la même manière; cette chambre a 2^m 10 de hauteur et est partagée en trois compartiments par des cloisons transversales en charpente de 0^m 60 d'épaisseur. Ces cloisons, de même que les murs supérieurs sont épointillés par des poutres qui en maintiennent l'écartement.

Deux lignes de palées ont été d'abord battues perpendiculairement au courant, l'une en aval de l'emplacement du caisson sud, et l'autre en amont, pour assurer la mise en place des caissons qui leur étaient amenés par flottage. On a ensuite battu, après la mise en place, une troisième palée, et l'ensemble, pourvu d'un platelage, a constitué le pont de service général. Les compresseurs d'air et leurs moteurs étaient placés sur la palée centrale; les malaxeurs, les appareils de levage et les matériaux étaient placés sur les palées extrêmes. Chaque caisson comprenait six puits pour la descente des matériaux, un puits pour les hommes, un certain nombre de tubes d'évacuation pour les déblais, enfin les conduites d'air et d'eau ordinaires. La chambre de travail était éclairée à l'électricité, et l'air comprimé était refroidi avant son entrée dans la chambre.

On a d'abord eu à évacuer une couche de vase assez dangereuse de 0^m 30 d'épaisseur, provenant du dépôt laissé par la décharge des égouts, puis on a attaqué une couche de sable et de gravier avec conglomérats, ensuite une couche d'argile compacte et on est arrivé au roc. L'argile tenait assez bien pour qu'on pût maintenir l'excavation au centre de la chambre de travail à 1^m 80-2^m 40 au-dessous de la trousse coupante du caisson. Les enfoncements s'effectuaient d'une manière intermittente, ordinairement de 0^m 90 à 1^m 80 en un ou deux jours.

La pression maximum donnée à l'air a atteint 2^{kg} 67; elle se maintenait ordinairement entre 2^{kg} 31 et 2^{kg} 59. Les salaires et la durée du travail étaient fixés proportionnellement à la profondeur atteinte et non au degré de pression. Les conditions étaient les suivantes :

PROFONDEUR EN MÈTRES	DURÉE	SALAIRES
Jusqu'à 46 ^m 50	8 heures	12 fr. 50
De 46 ^m 50 à 21 mètres.	6 —	13 fr. 75
De 21 ^m » à 24 —	2 —	15 fr. »
De 24 ^m » à 27 —	4 h. 1/2	16 fr. 25
Au-dessus de 27 —	4 h. 1/2	17 fr. 50

On est descendu sous le caisson nord jusqu'à 32^m 15; mais pour la moitié de la surface environ on a pu se contenter d'arrêter la trousse coupante à la cote 28^m 97. Au-dessous on s'est borné à enlever la couche d'argile et de mettre le roc à nu.

La construction et le fonçage de ces caissons et l'exécution des maçonneries, les piles ayant été commencées respectivement en août et octobre 1897, ont été achevés en octobre pour le caisson sud et en décembre 1898 pour le caisson nord. Le prix fixé pour la construction s'est élevé à 2 450 000 francs.

Piles côté New-York. — Les deux caissons ont en plan 18 mètres × 22^m 80; ils sont également en charpentes et constitués d'une manière analogue aux précédents. Ils ont rencontré le roc solide à des profondeurs maxima de 19^m 85 pour le caisson sud et de 16^m 53 pour le caisson nord.

On n'a éprouvé aucune difficulté sérieuse dans le fonçage : le prix d'exécution a atteint 1 886 000 francs.

Autres fondations. — Il faut, en outre, compter comme maçonneries de fondations les murs de retenue des remblais d'approche et les

culées qui reçoivent, de chaque côté, les pylônes des poutres de rives. Ces culées sont de section carrée et ont chacune 11^m 40 de côté; elles consistent en un grillage en charpente reposant sur des pilotis et recouvert lui-même d'une couche de 1^m 50 de béton. Celle-ci porte trois assises de maçonnerie de 0^m 60 de hauteur chacune sur le couronnement desquelles reposent les quatre piliers qui reçoivent les pieds des pylônes; ces piliers sont distants de 5^m 40 les uns des autres et ont 3^m 60 de hauteur.

Dans toutes les fondations, les pilotis employés étaient en pin jaune (yellow pine) d'au moins 25 centimètres de diamètre à l'extrémité inférieure et de 35 centimètres à la tête; on n'admettait que les bois exempts de nœuds et de cadranures. Les madriers utilisés pour les murs et les plafonds des caissons étaient également de très bonne qualité, et la plupart d'entre eux étaient rabotés sur deux de leurs faces.

Le béton était formé de 6 parties de pierres cassées pour 3 de mortier, celui-ci comprenant 740 kilogr. de ciment par mètre cube de sable (375 livres par 8 1/2 pieds cubes). Les conditions de résistance exigées pour le ciment étaient les suivantes : après 7 jours de prise, le ciment pur 24^{kg} 5, le mortier 16^{kg} 50 par centimètre carré. Les grains devaient traverser le tamis de 1550 mailles au centimètre carré (10000 mailles par pouce carré). Quant au sable, il devait se composer de grains propres, aigus, être exempt de mica; pour les maçonneries, il devait passer au tamis à mailles de 1/4 de pouce carré (0^{cm} 26). La pierre cassée devait être empruntée aux calcaires durs et présenter comme dimension maximum 0^m 05 et comme dimension minimum 0^m 0125. Dans la fabrication du béton, on imposait le mélange à sec du ciment et du sable, puis l'addition de l'eau; on ajoutait ensuite la pierre cassée et le mélange définitif se faisait à la machine. On pilonnait par couches de 0^m 30 de hauteur au maximum.

G. RICHOU,

Ingenieur des Arts et Manufactures.

(A suivre.)

MINES

LE REMBLAYAGE PAR L'EAU DANS LES MINES

Nous avons déjà publié dans le *Génie Civil* (1), dès le mois d'août 1903, une étude détaillée sur l'application de la méthode de remblayage par l'eau ou « par embouage », qui avait été faite au siège de la Trinité des mines du comte Wilzeck à Polnisch-Ostrau, en Moravie. Comme toutes les inventions présentant un intérêt de premier ordre, cette méthode, dont M. Villiger, directeur des mines de Kattowitz (Silésie) avait fait connaître les premiers résultats, il y a trois ans seulement, a pris une extension rapide et nous pouvons dire que, présentement, elle a attiré l'attention des Ingénieurs dans tous les pays, surtout en Silésie, en Westphalie et en Moravie, où elle est déjà employée.

De récentes publications ayant excité l'intérêt sur ce sujet en France, nous croyons utile d'y revenir une fois encore et de compléter notre premier article en signalant les améliorations apportées à Ostrau et les résultats les plus récents, puis en indiquant quelques autres installations allemandes (2) et enfin les conditions générales d'emploi de ce procédé (3).

Il a été particulièrement avantageux dans l'exploitation du siège de la Trinité, des mines du comte Wilzeck, à Polnisch-Ostrau, où des quantités énormes de charbon avaient dû être laissées comme piliers

de protection des édifices, rivières, routes, etc. On avait bien tenté de faire le remblayage à la main, mais on sait combien il est défectueux, aussi des tassements considérables se produisirent et obligèrent à payer de très fortes indemnités aux propriétaires de la surface. Le remblayage par l'eau permet actuellement la récupération des

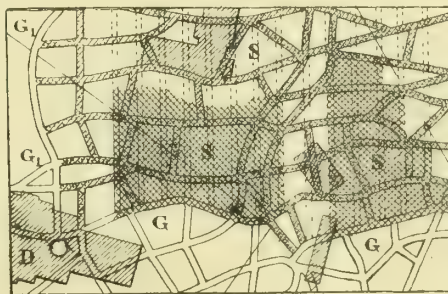


FIG. 1. — Puits de la Trinité, à Ostrau.
Plan de la mine
entre les sixième et septième niveaux.

3500 000 tonnes de charbon qui étaient considérées comme perdues.

Actuellement le procédé est appliqué en grand, les premiers résultats obtenus ayant donné entière satisfaction. La figure 1 montre le

(1) Voir le *Génie Civil*, t. XLIII, n° 15, p. 232.

(2) D'après le *Glückauf*, le *Journal des Mines de la Haute-Silésie*, etc.

(3) *Bulletin du Comité des Houillères de France*.

plan des chantiers en traçage entre les sixième et septième niveaux. Au lieu d'utiliser les anciennes voies de traçage, on a tout remblayé pour procéder ensuite à un traçage méthodique et à l'exploitation rationnelle avec remblayage à l'eau. Les traits pleins représentent les anciennes galeries remblayées, les traits pointillés les nouvelles galeries.

Comme nous l'avons dit précédemment, l'entonnoir de mélange des remblais est situé dans un petits puits annexé au puits de retour d'air. Ce dispositif a pour but, en cas d'engorgement des tuyaux se produisant le plus souvent près de l'entonnoir ou dans les coudes, de ne pas avoir à démonter les colonnes de tuyaux dans le puits et d'avoir facilement accès aux endroits engorgés. Ces engorgements étaient d'autant plus à craindre à Polnisch-Ostrau que, faute d'avoir toujours à sa disposition le sable nécessaire au remblayage, on se vit obligé de faire des mélanges d'argile, de résidus de vieux remblais, de poussier de coke, etc., tous matériaux ayant bien plus que le sable tendance à s'agglomérer. On a reconnu que la bonne composition des mélanges est d'une importance capitale pour la bonne marche de l'opération et pour la qualité du remblayage des chambres. C'est d'elle que dépend du reste la quantité d'eau nécessaire.

Quand on n'a pas de sable à sa disposition, la composition suivante qui a donné de très bons résultats peut être employée :

- 35 % de terres argileuses ;
- 25 % de vieux remblais de moins de 80 millimètres d'épaisseur ;
- 30 % de sable, poussier de coke, etc. ;
- 10 % de déchets et boues de laveries.

En faisant le mélange dans l'entonnoir, autrement dit en alternant simplement le chargement des matières solides dans les proportions indiquées, on obtient un remblai parfait, qui reste intact même lorsque l'on enlève le pilier de charbon adjacent. L'emploi de terres argileuses seules n'est pas à recommander, car il présente différents inconvénients sérieux. Outre que les tendances à l'engorgement sont bien plus à craindre, l'assèchement des chambres remblayées est plus lent et les eaux d'écoulement sont boueuses ; on est donc obligé de les faire décanter avant leur retour au puits, et souvent même il est nécessaire d'établir de véritables filtres constitués par des barrages remplis de paille, de fumier, de copeaux ou mieux encore de branches de sapin.

En ce qui concerne le remplissage complet des chambres on a obtenu de très bons résultats par l'application des cloisons successives. Dans le cas de couches inclinées (fig. 2) le remblayage se fait parfaitement avec une seule cloison *b* et même, s'il reste une partie au toit *b₁* non remblayée, lors du remplissage de la chambre I, celle-ci sera complètement remplie lorsqu'on procédera au remblayage de la

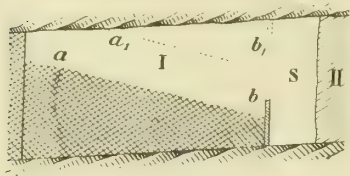


FIG. 2.

Remblayage dans les parties en pente.

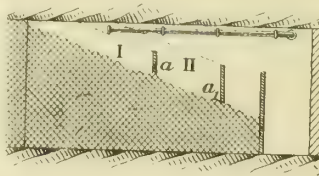


FIG. 3.

Remblayage dans les couches horizontales.

FIG. 2 et 3. — Remblayage au puits de la Trinité, à Ostrau.

chambre II adjacente. Il en est autrement dans le cas de couches absolument horizontales, où les vides restants seraient trop importants.

Aussi, a-t-on adopté le système des cloisons successives : on place d'abord la cloison *a* (fig. 3) et on remblaye dans la chambre I ; puis on passe à la chambre II, limitée par une nouvelle cloison *a₁*, et ainsi de suite. On opère donc ainsi par fractionnement et l'on obtient un remplissage complet. Il va sans dire qu'on enlève, au fur et à mesure de l'avancement, la partie extrême de la tuyauterie. La figure 4 représente la coupe d'un chantier remblayé ; on y voit les petits barrages intermédiaires et l'on peut aussi observer comment les matériaux se déposent suivant leur grosseur et leur densité.

On a encore mis en application au puits de la Trinité une méthode mixte de remblayage, quand la nature des terrains laissait une certaine quantité de remblais disponible au fond. Au lieu de remonter au jour ces stériles, on les accumule à la main suivant l'ancienne méthode, puis on fait arriver les boues au-dessus de cette première assise. Celles-ci s'infiltrèrent dans tous les interstices et l'on obtient une masse absolument compacte, ne subissant aucun tassement.

La question de canalisation joue également un grand rôle : c'est ainsi qu'on a supprimé presque partout au fond les anciens caniveaux en bois pour l'amenée des boues. Il est, en effet, préférable d'adopter une tuyauterie d'acier et de rejeter même la fonte par suite de l'usure forcée rapide des conduites. Les coudes surtout ont beaucoup à souffrir aux points de chute. Primitivement ils ne duraient guère plus de six semaines avant d'être percés et de nécessiter une garniture de secours ; actuellement, on renforce l'épaisseur des tuyaux dans les coudes, et on a soin de fractionner en petits bouts les parties

qui fatiguent le plus. Le remplacement de toute partie détériorée est ainsi rendu rapide et facile.

Un des écueils les plus graves est l'obstruction qui peut se produire dans les tuyaux.

Il ne faut, en effet, pas perdre de vue qu'avec une fosse de quelques centaines de mètres de profondeur, on arrive vite à avoir des pressions de 40 à 50 atmosphères dans la colonne ; en cas d'obstruction, bien que les tuyaux soient éprouvés à 80 atmosphères, la réparation devient donc très délicate.

On a obvié à ce grave inconvénient en disposant sur la conduite, de

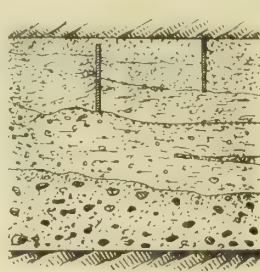


FIG. 4. — Coupe à travers un remblai.

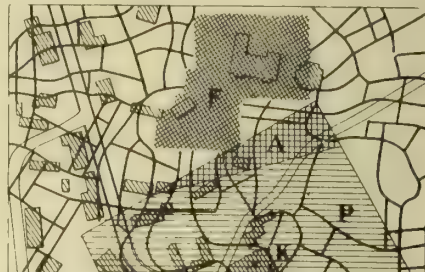


FIG. 5. — Plan montrant les massifs de protection et les bâtiments de la surface.

50 en 50 mètres, de petits robinets de purge. Comme l'épaisseur même de la tuyauterie serait trop faible pour bien fixer ces robinets, on renforce la colonne par des colliers sur lesquels on place les purgeurs. Un arrêt dans la marche de l'opération vient-il à se produire par suite d'engorgement, on purge la colonne de haut en bas, ce qui permet de démonter ensuite la partie obstruée.

Quoi qu'il en soit, il est toujours préférable d'éviter toute obstruction, en terminant chaque opération de remblayage par une chasse d'eau sérieuse. Il faut donc avoir toujours de l'eau en excès à sa disposition ; autrement dit, il est nécessaire d'avoir des réservoirs de secours, en cas d'arrêt des pompes. Dans une installation bien comprise, les pompes refoulent l'eau dans un grand réservoir continuellement rempli.

Un indicateur, placé bien en vue dans la chambre de mélange, indique aux ouvriers, en cas d'arrêt des pompes, par la baisse du niveau, qu'il faut arrêter le déchargement des matériaux dans l'entonnoir, pour éviter l'engorgement.

Notons encore les précautions sérieuses prises en hiver, lorsque de fortes gelées sont à redouter. L'eau, élevée du fond par les pompes, quoique à une température relativement élevée, pourrait rapidement se congeler. On travaille alors avec de l'eau réchauffée par les eaux de condensation des machines.

En résumé, le remblayage par l'eau a donné, à Polnisch-Ostrau, des résultats à ce point satisfaisants que l'on va, sous peu, mettre en marche une deuxième installation, et que l'on compte procéder alors à la récupération de tous les anciens massifs de protection. Dans la figure 5, la partie hachée F montre les chantiers déjà remblayés, situés sous de grands bâtiments à étages, qui n'ont subi aucun tassement. Actuellement, on attaque le grand massif de protection P, placé sous l'église K ; la partie quadrillée A est déjà remblayée à l'heure présente.

Citons maintenant quelques-unes des installations les plus remarquables d'Allemagne, en nous bornant à signaler leurs particularités caractéristiques.

En premier lieu, nous devons citer le siège de Myslowitz, de la Compagnie de Kattowitz, en Silésie, dans lequel le procédé de remblayage par l'eau fut appliqué pour la première fois. La fosse Myslowitz exploite des couches de grande puissance (3 à 12 mètres) ; souvent même, les deux couches inférieures sont si rapprochées qu'elles se confondent presque, et l'on atteint alors une épaisseur totale de 20 mètres. Les couches ont un pendage de 10 à 12 degrés.

L'installation de remblayage a été faite à l'un des puits de retour d'air, le puits Ewald ; on se sert, comme matériaux de remblayage, d'une grande couche de sable, située à proximité, qu'on exploite en carrière. Le sable est extrait à l'aide d'une drague puissante, capable de fournir 900 mètres cubes en dix heures, puis chargé sur des wagons et conduit par des locomotives électriques à la station de chargement du puits. L'entonnoir de chargement (fig. 6) est situé, comme à Ostrau, dans un petit puits annexe, profond de 4 à 5 mètres et la grille en acier, placée à 1^m 50 en contre-bas du sol, a des orifices de 80 millimètres.

Le tuyau de descente s'enfonce verticalement jusqu'à une profondeur de 90 mètres ; puis, la conduite descend en pente douce de 10 degrés au niveau de 136 mètres, et, enfin, par une canalisation horizontale, amène les remblais aux chantiers ouest de la couche inférieure. On a atteint jusqu'à présent, comme plus grande longueur horizontale, la distance de 600 mètres.

L'eau d'écoulement s'en va au puisard; elle est remontée au jour par la pompe d'épuisement du puits, et arrive à l'entonnoir de mélange par la pompe d'arrosoir *g*. Il faut, pour que le travail se fasse bien, envoyer 1^m500 d'eau pour 1 mètre cube de sable. Un fait à signaler, dans cette exploitation, est que la tuyauterie est placée sur le sol des galeries, et ne remonte au toit qu'à proximité des chantiers. Cette disposition permet de tourner facilement les tuyaux d'un quart de tour, pour remédier à l'usure, toujours plus considérable à la partie inférieure, et de faire les réparations et démontages nécessaires. Ici encore, les coudes sont renforcés et, pour faciliter les dégorgements, on les munit d'ouvertures, fermées par des plaques. En cas d'engorgement, il est facile de nettoyer les coudes par ces orifices. Le surveillant préposé au contrôle de l'opération, à l'extrémité de la tuyau-

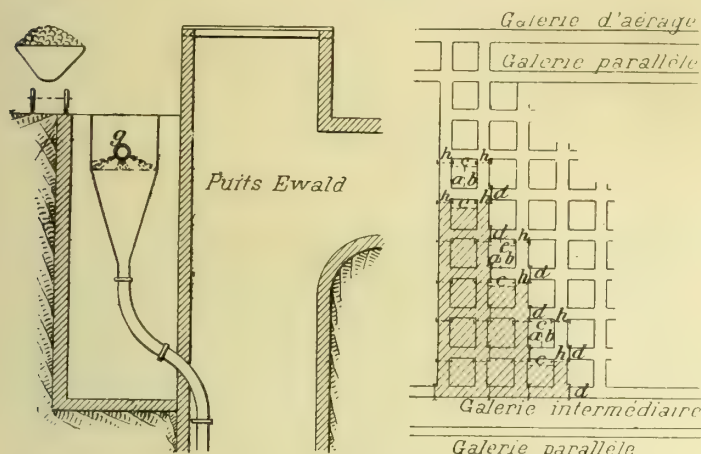


Fig. 6 et 7. — Installation au jour du puits Ewald et disposition du remblayage, à Myslowitz.

terie, est en communication téléphonique directe avec la chambre de chargement, et peut faire arrêter le remblayage dans un temps extrêmement réduit.

Voici comment est organisé le remblayage proprement dit :

On exploite actuellement les 5 mètres inférieurs d'une couche de 41 mètres. La couche est divisée en une série de grands massifs, par des galeries doubles, et celles-ci sont reliées par des montages, suivant l'inclinaison du gîte, à 12 degrés. On obtient alors les chantiers proprement dits, en faisant des petits montages intermédiaires et des galeries horizontales secondaires (fig. 7). On divise ainsi la couche en piliers carrés. Ces piliers sont alors défilés en enlevant d'abord la partie *a* de bas en haut, puis la partie *b* de haut en bas; le toit reste donc soutenu pendant ce travail, d'un côté par les remblais, de l'autre par le massif *c*. Une fois *a* et *c* enlevés, on procède au remblayage et on enlève ensuite la partie *c* avec les parties *a* et *b* du massif suivant. Les barrages sont établis en *d* et en *h*, et la chambre se trouve ainsi complètement isolée. Dès que le barrage intérieur *d* est placé, on commence le remblayage. Un remblayage de dix heures suffit généralement pour une chambre de 900 mètres cubes; si aucun arrêt ne se produit, le rendement de l'installation peut parfaitement s'élever à 1 000 et même 1 200 mètres cubes. Les bois des barrages peuvent resserrer; les eaux d'écoulement se rendent au puisard par les galeries inférieures, et y arrivent parfaitement limpides.

Dans la fosse Ferdinand, de la Compagnie de Kattowitz, la mise en

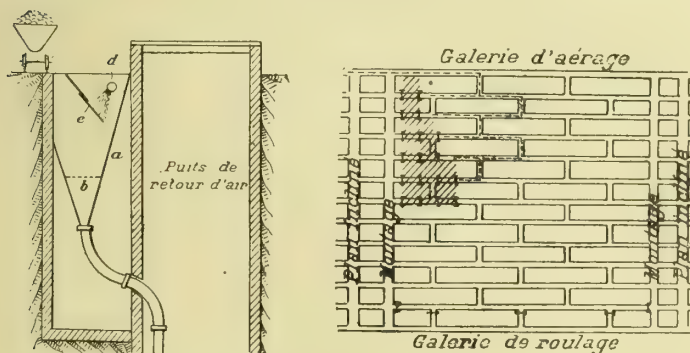


Fig. 8 et 9. — Installation au jour et méthode de remblayage au puits Ferdinand, à Kattowitz.

application du procédé a été faite à une couche de 2^m50 d'épaisseur, ayant un pendage de 15 degrés. L'installation, au jour, est semblable à la précédente; l'entonnoir servant au mélange est, toutefois, construit un peu différemment. Avec les sables beaucoup plus argileux que l'on avait ici, le système de Myslowitz ne donnait pas de résultats très satisfaisants, le mélange se faisait mal et les engorgements

étaient à redouter. On a donc placé dans l'entonnoir une tôle inclinée *e* (fig. 8) sur laquelle tombe le sable, arrosé par le jet du tuyau *d* qui amène l'eau. En outre, la tôle est mobile, ce qui permet de régler l'ouverture de chute des matériaux sur la grille, suivant leur qualité et le volume d'eau employé. Avec ce sable argileux, il faut 2 mètres cubes d'eau pour 1 mètre cube de sable; malgré cela, le sable se prend encore très souvent en petites boules, mais sans inconvénient, ces boules formant un remblai très satisfaisant.

Le remblayage, ici, diffère un peu de celui du premier exemple, par suite de la disposition des chantiers. Le gîte est découpé en piliers longs dont les petits côtés ont de 12 à 15 mètres, disposés suivant la pente. On recoupe ensuite ces piliers tous les 8 ou 10 mètres (fig. 9). C'est seulement depuis la mise en usage de la nouvelle méthode, qu'il a été possible de dépiler complètement la couche; antérieurement, on se contentait d'exploiter le gîte par simples tracages. Il faut aussi observer qu'à la fosse Ferdinand, par suite de la nature argileuse des sables, les eaux s'écoulaient très impures. On a été obligé de les faire stationner, avant leur retour au puisard, dans les galeries inférieures, qui constituent de véritables réservoirs de décantation. On est arrivé ainsi à une clarification des eaux assez parfaite pour en permettre

l'emploi dans les générateurs, où elles donnent d'excellents résultats, toute acidité ayant, en effet, disparu par le contact avec l'argile.

Dans la mine Alfred, de la Compagnie de Hohenlohe-Hütte, l'ensemble de l'installation a été sensiblement modifié par suite des conditions générales de l'exploitation et de la disposition des lieux. La conduite d'eau (fig. 10) descend par le puits Alfred, sur une hau-

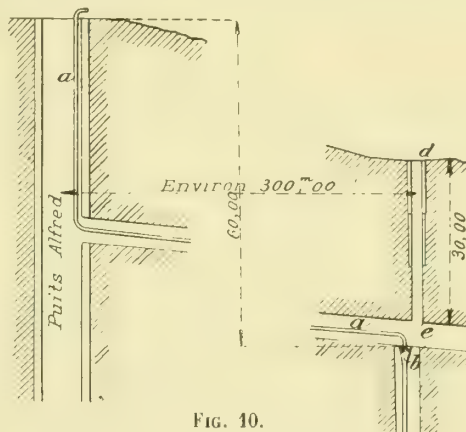


Fig. 10. Coupe verticale de l'installation au puits Alfred, de Hohenlohe-Hütte.

teur de quelques dizaines de mètres; elle prend ensuite une galerie inclinée d'environ 300 mètres de longueur, à l'extrémité de laquelle se trouve l'entonnoir de mélange, disposé à l'orifice d'un faux puits intérieur dans lequel est installée la tuyauterie qui conduit les boues aux chantiers inférieurs. Les sables, au contraire, sont versés directement de la surface, d'une hauteur de 30 mètres, par un trou de sonde de 50 centimètres de diamètre, muni et tubé sur les deux tiers de sa hauteur. On voit que dans cette exploitation, et c'est le seul point intéressant, le mélange ne se fait plus au jour, mais au fond.

H. SCHMERBER,

Ingenieur des Arts et Manufactures.

(A suivre.)

EXPOSITIONS

L'EXPOSITION DU NORD DE LA FRANCE, A ARRAS

Une Exposition régionale, plus importante qu'on ne serait porté à le supposer dans une ville de moins de 30 000 habitants, a lieu actuellement à Arras et doit rester ouverte jusqu'au mois d'octobre. Elle doit son intérêt à la multiplicité des industries qui y sont représentées, aussi bien qu'à sa situation dans une région très prospère.

Nous allons en signaler les points les plus remarquables en ce qui concerne surtout les sections industrielles. Beaucoup de grandes sociétés minières ou d'établissements de constructions métalliques ont tenu, en effet, à y participer largement en exposant des machines et des spécimens d'installations, au premier rang desquels nous devons citer un chevalement destiné aux mines de Ligny-lez-Aire, et construit par les établissements d'Onnaing (Nord).

Ce remarquable pylône, haut de plus de 15 mètres, muni de ses cages et des engins d'extraction, a été monté provisoirement devant le bâtiment de la section des mines et attire particulièrement l'attention des visiteurs.

Organisation de l'Exposition. — L'Exposition, organisée par un Comité régional, avec l'appui du département et de la municipalité, fut décidée dès le commencement de 1903, et obtint la libre disposition du parc des Allées, qui s'étend entre le boulevard Crespel et la vieille citadelle. C'est une superficie de 18 hectares, ayant un périmètre de 2 800 mètres, que le Comité exécutif a su aménager de façon à grouper les bâtiments des principales sections, en réservant le square pro-

prement dit pour un certain nombre d'attractions et de cafés (fig. 1).

L'ouverture a eu lieu dès le 3 mai dernier, mais la véritable inauguration, marquée par un voyage du Président de la République et des fêtes sportives diverses, a été retardée jusqu'au 23 mai.

Le 22 et le 25 septembre auront lieu des concours de laiterie et de machines agricoles.

Le premier Congrès national d'Hygiène sociale, qui s'est tenu du 18 au 22 juillet sous la présidence de M. Casimir-Périer, à l'occasion de cette Exposition, a eu une importance toute particulière; il s'est occupé, notamment, de la question des eaux résiduaires, actuellement étudiée par l'Institut Pasteur, de Lille, et aussi de la tuberculose et de la puériculture.

Entre les attractions plus ou moins pittoresques groupées sous les ombrages du parc ou sur les pelouses du jardin, nous ne voyons guère à signaler qu'une fontaine lumineuse, un village sénégalais, etc. et un tramway miniature trainé par une locomotive électrique d'usine Thomson-Houston, destinée aux mines de Bruay (fig. 2).

PRINCIPALES SECTIONS DE L'EXPOSITION. — *Pavillon des Mines.* — Dans le pavillon des Mines, l'un des plus importants (il occupe 95 mètres de longueur sur 20 mètres de largeur), grâce à la participation de la plupart des grandes sociétés minières de la région du Nord, nous avons remarqué à l'entrée l'exposition collective des mines du Pas-de-

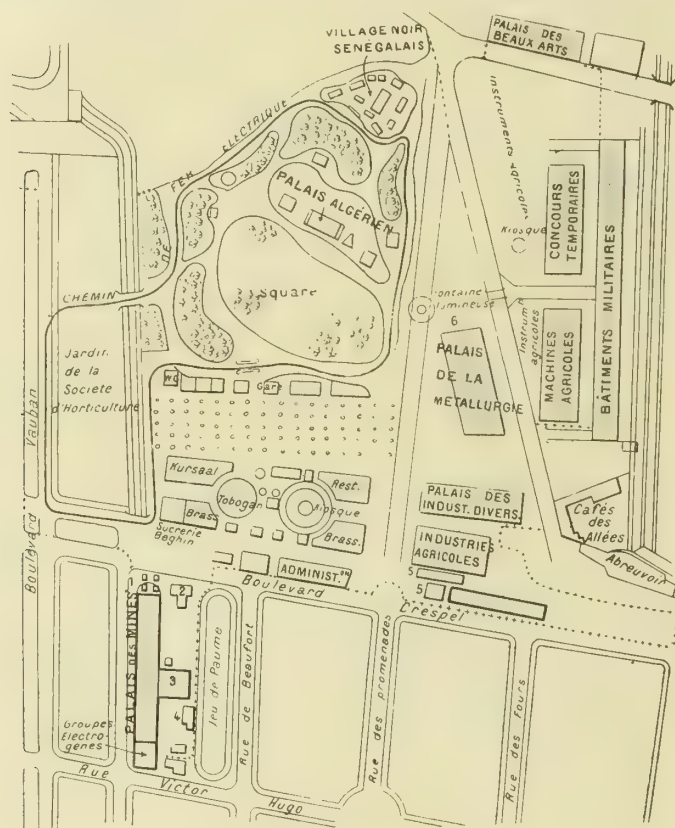


FIG. 1. — Plan d'ensemble de l'Exposition d'Arras.

1, machine d'extraction électrique de Ligny-lez-Aire; — 2, goutte de lait, mines de Marles; — 3, exposition de Lens; — 4, maison ouvrière des mines de Courrières; — 5, wagons et wagonnets; — 6, fontaines et pompes.

Calais les plans et coupes des couches de houille, juxtaposées de façon à permettre de suivre leur allure et leur puissance dans toute l'étendue du bassin; des graphiques de production et des statistiques diverses; des plans et profils du canal du Nord.

Puis une série d'expositions particulières dont la caractéristique est l'importance que l'électricité prend dans l'industrie houillère.

Les mines de Bruay exposent un modèle au 1/40 du siège de la fosse n° 5; le dessin d'une turbo-pompe souterraine, système Rateau, et d'une machine d'extraction avec évite-molettes électrique système Sohm, tout à fait nouveau, pour la fosse n° 4.

Les mines de Marles exposent un compresseur Burckhardt; un téléphone haut-parleur pour mines; une série de haveuses électriques Morgan-Gardner de Chicago, à disque, à pic, à chaîne, ripante, etc., et une perforatrice électrique du même constructeur.

Cette Compagnie a fait édifier aussi à côté du Palais des Mines un modèle de dispensaire pour la consultation des nourrissons et de Goutte de Lait. Elle montre que les Compagnies houillères à côté de leur but industriel ne négligent rien de leur devoir social.

Dans le stand de Dourges, nous avons remarqué un train de berlines à roues folles et une perforatrice rotative, étudiés pour le service de ces mines; un modèle de l'accrochage de la fosse Boisgelin, au niveau 277; un grand modèle du chevalement de cette même fosse; des dessins d'habitations ouvrières.

Une sondeuse, du type Sullivan, figure dans l'exposition des mines de Meurchin, ainsi qu'une intéressante collection de carottes cylindriques obtenues au moyen de cet engin, et reconstituant avec précision toute la série des terrains traversés. On y voit également un grand modèle de machine à agglomérer les briquettes.

Dans l'annexe du pavillon affecté aux mines de Lens, se trouve un chevalement, destiné à la fosse n° 10, à commande électrique étudiée par la Société alsacienne de Constructions mécaniques. Cette machine est équipée avec des câbles métalliques plats et munie de tous les appareils de sécurité.

À côté, se trouve l'exposition des machines Westinghouse, et notamment un moteur à gaz à quatre cylindres, dont le gazogène Fichet et Heurtey est installé à l'extérieur.

On remarque, au centre du pavillon principal, une réduction de la statue élevée à P. Fontaine, inventeur du parachute, puis les stands Sartiaux, Farcot, Duplex, et, au fond de la salle, le groupe électrogène de 350 chevaux, dont le moteur à vapeur compound horizontal, de la maison Dujardin, est pourvu d'une distribution par pistons-valves. La partie électrique de ce groupe est due aux ateliers Postel-Vinay. Une batterie de chaudières Babcock et Wilcox lui fournit la vapeur.

Les mines de Liévin exposent un treuil électrique de fonçage de 100 chevaux construit par la Société de Creil. Le courant continu de 500 volts peut être survolté jusqu'à 1 000 volts ou réduit dans toutes les limites.

Nous citerons encore : l'analyseur de gaz « Ados »; l'exposition de de M. Rateau (modèles de turbo-ventilateur et d'accumulateur-régénérateur de vapeur) (1); le grand plan en relief des mines de la Clarence; le modèle de triage de la fosse n° 4 d'Ostricourt; les briquettes à agglomérant de magnésie de Carvin, ainsi que les graphiques de participation aux bénéfices de cette Compagnie; le grand modèle (en



FIG. 2. — Tramway électrique de l'Exposition.

demi-grandeur) de l'exploitation de la partie repliée d'une veine, installé par Courrières, la locomotive de mines à accumulateurs Tudor, des mines de Vicoigne et Nœux, une pompe centrifuge multicellulaire Rateau avec moteur électrique (2), enfin, le dessin d'évite-molettes et le modèle de bâtiments des mines de Béthune.

Hall de l'Agriculture. — Dans ce bâtiment, situé à droite de l'entrée, on peut remarquer une collection considérable de céréales, betteraves, graines, insectes, etc., organisée par la Fédération des Sociétés agricoles du Pas-de-Calais; une exposition analogue de la maison Vilmoren (céréales et légumes); des instruments de sucrerie; des voitures; des ustensiles d'apiculture et une série de produits de distillerie.

On a construit au dehors, derrière ce pavillon, un modèle d'installation d'épuration bactérienne des eaux vannes, à bassins étagés.

Dans le terrain triangulaire annexé à l'Exposition et qui lui est relié par la passerelle, se trouve aussi une exposition très complète d'instruments aratoires et de matériel agricole de toutes natures.

Industries diverses. — Dans le bâtiment des industries diverses, qui vient ensuite, fonctionnent plusieurs presses lithographiques. On peut encore y examiner des spécimens très variés de la faïencerie, de la papeterie, de la mégisserie, de la verrerie, de la photographie, des industries du vêtement et du mobilier, de la brasserie, de l'alimentation, etc.

Une section spéciale, sous le titre de Pavillon de l'Hygiène sociale,

(1) Voir le *Genie Civil*, t. XLIV, n° 19, p. 293.

(2) Voir le *Genie Civil*, t. XL, n° 16, p. 260.

contient d'intéressantes photographies ou plans en relief de sanatoria, par exemple ceux de Zuydcoote (Nord) et du Mont-des-Oiseaux, à Hyères (Var), du dispensaire Roux, à Lille; des spécimens de mobiliers hygiéniques en même temps qu'économiques; des tableaux relatifs à l'extension des jardins ouvriers (Saint-Étienne, Douai, Arras, Fourmies, etc.); des photographies concernant les œuvres dites de la Goutte de Lait, et la pasteurisation du lait en grand. Enfin, la Société industrielle de l'Ozone, à Paris, montre le plan en relief de l'installation d'une usine urbaine de stérilisation par ses procédés.

La section maritime, annexée au même pavillon, attire immédiatement l'attention par les grands plans en relief qui occupent une notable partie de la salle. Ce sont des plans de Calais, au $1/500^e$; de Boulogne, au $1/10\,000^e$; de Berck-Plage; des tableaux statistiques faisant ressortir les développements du port de Boulogne; des photographies très nombreuses de Dunkerque, Cambrai, etc., avant et après les grands travaux publics dont ces villes ont bénéficié dans les dernières années. On voit encore un modèle à grande échelle de l'ascenseur pour bateaux des Fontinettes (1), près de Calais, qui reste aujourd'hui encore un des rares exemples de ce genre d'ouvrages d'art.

Avant de parler de la section de Mécanique et Métallurgie, nous signalerons les trains de wagonnets industriels, avec leurs locomotives à voie étroite, exposés par les maisons Decauville et Koppel, et aussi,



FIG. 3. — Palais de la Métallurgie.

comme étant encore peu répandus en France, deux types de wagons construits par M. Malissard-Taza, Ingénieur des Arts et Manufactures, à Anzin. Le premier, destiné aux mines de Béthune, est pourvu de portes latérales à bascule; le deuxième est muni, au lieu du fond ordinaire, de trois trémies débouchant dans l'axe de la voie, et se décharge automatiquement au moyen de portes oscillantes à axe horizontal.

Palais de la Métallurgie, de la Mécanique et de l'Électricité. — Ce bâtiment, d'un aspect plus décoratif que les pavillons des autres sections, où l'on s'est contenté d'un type de construction très simplifié et à peu près dépourvu d'ornementation extérieure, est précédé d'un péristyle, orné de revêtements céramiques polychromes, et surmonté d'un balcon.

On y remarque entre autres stands importants, ceux de : la Société des Acières de France, avec de nombreux échantillons de profilés, de minerais, de coke, de laitiers, des spécimens de traverses embouties et de fers profilés, etc.; des photographies de l'aciérie d'Isbergues (Pas-de-Calais); une cage de laminoir double duo, système Banning, et deux lingots de forge en acier Martin, qui ne pèsent pas moins de 2 300 et 4 400 kilogrammes.

La Société française de Constructions mécaniques (anciens établissements Cail) expose deux moteurs à gaz pauvre, l'un de 15 chevaux, l'autre de 100 chevaux, à 2 cylindres en tandem, donnant une impulsion motrice à chaque tour de la manivelle, actionnant une dynamo Thury, du Creusot par l'intermédiaire d'une courroie Titan. Ce système de courroie consiste en lamelles de cuir juxtaposées en nombre suffisant pour obtenir la largeur des poulies de commande, avec interposition de cales entre deux lamelles voisines, de façon à constituer une surface perforée.

Les moteurs à gaz dont nous venons de parler, et qui présentent des dispositions nouvelles dans leur distribution et leur circulation d'eau très complète, ont été étudiés par les établissements de Douai

et de Denain, qui les construisent pour des puissances dépassant 1 000 chevaux. C'est ainsi qu'une série de moteurs de 1 200 chevaux, actionnant des machines soufflantes, est en cours d'exécution à Denain pour les usines de Longwy. Nous aurons, d'ailleurs, sans doute l'occasion de décrire prochainement ces machines.

Citons encore les intéressantes presses à boulets ovoïdes, d'une puissance de 3 et de 5 tonnes à l'heure, construites par les établissements de l'Horme et de la Buire, et en service dans les mines de Rochebelle, Brassac, et plusieurs autres; les accumulateurs Tudor, dont un élément de dimensions inusitées attire l'attention; le moteur à gaz pauvre et à alcool, de MM. Caloin et Marc; l'exposition et les albums photographiques des Chemins de fer du Nord, etc.

En terminant, nous signalerons l'importante exposition de la Compagnie de Fives-Lille, constituée par des modèles à grande échelle : du pont tournant d'Arenc, d'une grue Titan manœuvrant des blocs de 50 tonnes sur une portée de 29 mètres; de la bigue hydraulique de 120 tonnes du port de Marseille; d'un pont sur l'Oued Saf Saf (Ouest Algérien, ligne de Tabia à Tlemcen); d'une chaudière tubulaire Stirling, etc. A côté de nombreuses photographies d'installations faites dans diverses mines, se trouve celle du compresseur à deux phases étudié par le Laboratoire d'essais du Conservatoire des Arts et Métiers, récemment décrit dans le *Génie Civil* (1).

C'est auprès de ce pavillon qu'on peut voir fonctionner, le soir, une

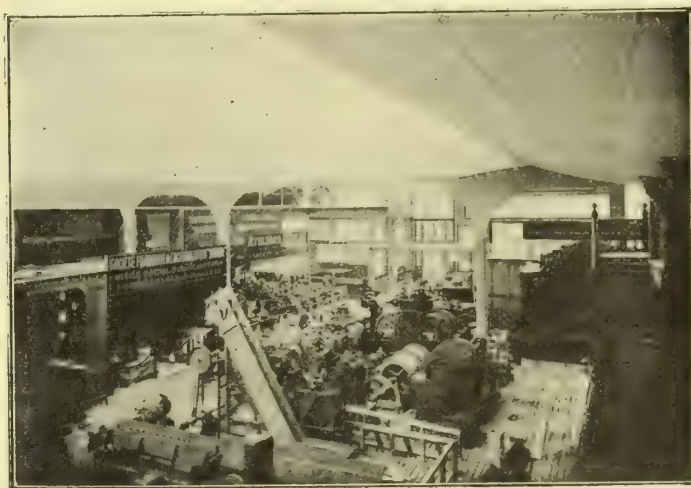


FIG. 4. — Palais de la Métallurgie.

puissante fontaine lumineuse à combinaisons multiples de jets, les uns fixes, les autres tournants, qui permettent d'obtenir de très jolis effets, tant par le changement des colorations que par celui de la forme et des dimensions de la gerbe d'eau.

A côté de la passerelle en ciment armé Hennebique, qui franchit une rue pour donner accès aux machines agricoles, se trouve un gazogène Hovim-Breuil, de grandes dimensions.

D'autres installations du même genre fonctionnent dehors, derrière le pavillon des mines, notamment un gazogène Riché, des chaudières Babcock, et un moteur Duplex à gaz pauvre de 65 chevaux. Tout auprès on voit l'installation de sondages de la maison Chartier, à la Bassée (Nord).

Il faut encore signaler une maison ouvrière, construite par les mines de Courrières, sur le même modèle que celles qui sont louées aux mineurs 6 francs par mois seulement.

Au milieu du jardin anglais, non loin d'un moulin à vent qui rappelle pittoresquement le passé, le pavillon tout blanc de l'Algérie et de la Tunisie apporte une note légèrement exotique. Outre des bibelots et des collections de spécimens d'agriculture et de viticulture, on peut y trouver quelques documents archéologiques (ruines de Timgad) et d'autres relatifs aux chemins de fer algériens.

Un Salon des Beaux-Arts, principalement rempli des œuvres d'artistes de la région, a été abrité, d'une façon plus sûre que dans un bâtiment en charpente légère, dans un magasin militaire en bordure des fossés de la citadelle.

Enfin, sur un terrain voisin du parc et compris dans l'enceinte, une exposition horticole où l'on admire le jardin temporaire habilement dessiné et planté par la maison van den Heede, de Lille, complète cet ensemble de l'Exposition régionale où les Ingénieurs trouveront réunis un grand nombre de documents techniques et de machines remarquables.

A. C.

(1) Voir le *Génie Civil*, t. VI, n° 7, p. 404.

(1) Voir le *Génie Civil*, t. XLV, n° 3, p. 36.

VARIÉTÉS

Crible à secousses, système Hancock.

Les figures ci-jointes, empruntées à l'*Engineering and Mining*, représentent un système de crible à secousses en usage aux mines de Moonta (Australie) pour la séparation de minerais mixtes de cuivre et de plomb.

Le tamis est un auget placé dans une caisse rectangulaire en bois *b* pleine d'eau; il est suspendu par des tirants *a* à deux barres transversales *d* (fig. 2) qui reçoivent leur mouvement de bielles *e* articulées sur les manivelles *g*. Le mouvement est donné par une roue à trois

lettres *f*. L'appui inférieur de ces bielles peut être pris en un point quelconque de la coulisse *l* fixée sur les bords de la caisse.

Au-dessous du tamis et dans la caisse se trouvent des séparations formant des compartiments de capacités croissantes. Dans les plus petits, situés vers la partie haute du tamis se rassemblent les concentrés; le stérile tombe dans le dernier compartiment où, selon sa grosseur, il est enlevé par une chaîne à godets ou évacué d'une façon continue par un bouchon *p* analogue à ceux par lesquels se fait la sortie des concentrés de diverses catégories.

L'appareil fonctionne également bien avec une alimentation d'eau à petit ou à grand débit. Dans ce dernier cas, pour éviter le mélange des schlamms et des concentrés riches dans les premiers comparti-

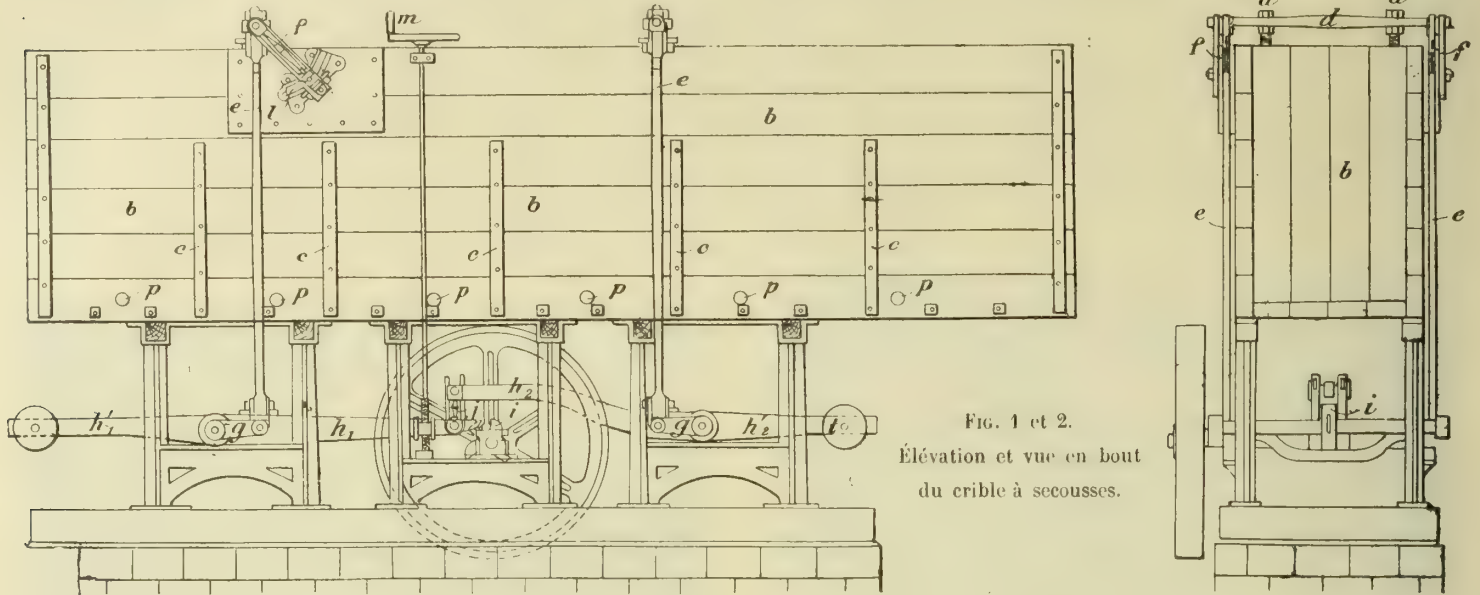


FIG. 1 et 2.
Élévation et vue en bout
du crible à secousses.

comes *i* qui soulève les balanciers h_1 , h_2 invariablement reliés par la bielle *j*. Des contrepoids curseurs *t* permettent d'équilibrer sensiblement ces balanciers selon la charge du crible pour que le mouvement de rappel soit aussi prompt qu'on le désire; l'amplitude du mouvement est réglée par le volant *m*.

Dans la caisse, le tamis garni de son lit de criblage comme à l'ordinaire, est légèrement incliné dans le sens de la longueur; il reçoit le flot de minerai à traiter à sa partie supérieure; on voit qu'il a non seulement un mouvement alternatif dans le sens vertical et duquel résulte la séparation, mais aussi un mouvement d'aller et venue dans le sens de la longueur d'où résulte la progression du minerai en traitement de la partie haute du tamis vers la partie basse. L'amplitude de ce deuxième mouvement et l'inclinaison du tamis dont dépend la vitesse de progression sont réglées en même temps au moyen des biel-

lements, il y a intérêt à faire l'alimentation de l'eau par le fond des compartiments et sous une légère pression.

Quand on manque d'eau, la séparation des schlamms se fait avant l'entrée dans le crible au moyen d'un appareil à faible consommation d'eau qui peut s'y adapter facilement. Ces cribles se prêteraient également bien au traitement de minerais de différentes grosseurs; ils se construisent en trois dimensions: le plus grand a un tamis de 6 mètres et une caisse de 7^m 30 de longueur, il peut traiter de 200 à 300 tonnes de minerai (selon densité) par journée de vingt-quatre heures et consomme alors de 1 à 1,5 cheval-vapeur. Le nombre de secousses varie selon les minerais mais ne doit pas dépasser 180 par minute.

A Moonta, des grenailles traversant un tamis de 20 mailles au pouce et contenant de 2 à 4 % de cuivre ont pu être concentrées à 19 et 20 % au prix de 0 fr. 10 par tonne de minerai traité.

Épuration bactérienne des eaux au moyen des sables fins non submergés.

Ce procédé, qui est à l'étude par MM. P. Miquel et H. Mouchet depuis plus de dix ans, vient de faire l'objet d'une nouvelle communication à l'Académie des Sciences (séance du 18 juillet 1904).

Le dispositif est le suivant :

Au-dessus d'un drainage noyé dans du gros gravier, on dispose une couche de 8 à 10 centimètres de gravillons que l'on recouvre d'une couche de sable ordinaire d'environ 10 centimètres d'épaisseur. C'est sur cette couche de sable de grosseur moyenne que l'on place, en le pilonnant et après l'avoir humecté, le sable fin sur une hauteur variant de 1 mètre à 1^m 30. Quand l'eau à épurer est claire et charrie peu d'argile, la partie supérieure des sables fins est recouverte de gros graviers, de façon que l'eau amenée à la surface du filtre arrive sans vitesse sur la couche de sable fin et ne puisse y produire des affouillements.

Quand l'eau à épurer est sale et remplie de détritus organiques, on substitue, à la couche de graviers qui vient d'être indiquée, une couche de sable tamisé de grosseur moyenne afin de retenir les impuretés, et qu'on peut ultérieurement enlever sans toucher au sable fin. C'est ainsi qu'est constitué le filtre destiné à épurer l'eau de l'Ourcq qui fonctionne actuellement avec un débit de 2 mètres cubes par jour et par mètre carré.

Dans son passage à travers cet appareil, l'eau de l'Ourcq se clarifie entièrement, sa teneur en oxygène augmente d'environ 20 % et sa matière organique dissoute est réduite suivant les vitesses de filtration, dans la proportion de 10 à 20 %. La teneur microbienne de l'eau de l'Ourcq amenée sur le filtre a souvent atteint 200 000 bactéries par centimètre cube, tandis que l'eau épurée n'a présenté, sous le même volume, que 50 à 80 microbes vulgaires dus, surtout, aux recrudescences

bactériennes spontanées observées si fréquemment dans les eaux épurées.

Quant aux eaux de source dirigées à travers ces sortes de filtres, elles abandonnent également les bactéries qu'elles charrient, mais ne subissent, au point de vue chimique, aucune modification notable.

L'eau dirigée aussi uniformément que possible à la surface de nos filtres disparaît instantanément et chemine dans la masse de sable fin avec une vitesse variable suivant les débits. Cette vitesse est égale à 70 minutes par mètre de hauteur de sable de Fontainebleau pour un débit de 0^m 526 par minute et par mètre carré et à 50 minutes pour un débit de 1^m 060.

Avec le dispositif employé, l'imperméabilisation du sable fin est considérablement retardée, elle n'est pas encore appréciable sur le filtre fonctionnant dans le laboratoire depuis deux ans avec de l'eau de l'Ourcq, ni sur le filtre à eau de source en activité depuis quatre mois.

Le problème de la distribution de l'eau à la surface de ces appareils, ne paraît offrir aucune difficulté pratique. Si ces appareils ont une faible surface, on peut, au moyen d'une conduite percée d'orifices appropriés, assurer la répartition égale de l'eau à épurer; si les filtres offrent une grande surface, rien n'est plus aisé que de les irriguer par section, ce qui résout facilement le problème.

Quant au débit constant des filtres ou des sections des filtres, il est assuré par l'écoulement de l'eau au travers d'un orifice de grandeur voulue, débitant l'eau sous une pression invariable.

On voit que l'emploi des filtres à sable fin non submergé aurait sur les autres procédés actuellement en usage : bassins filtrants à maturation, précipitation par l'oxyde de fer, l'alumine, les substances argileuses, les deux avantages principaux suivants : constance de l'épuration, absence de fragilité. Il fonctionnerait donc en tout temps et immédiatement avec une sécurité absolue.

Méthode de mesure de la vitesse d'un courant d'eau à faible vitesse.

Si les moulinets de Woltmann sont des appareils commodes pour l'évaluation de la vitesse de l'eau dans un canal, leur exactitude n'est guère satisfaisante que quand cette vitesse est assez forte. Pour une vitesse très réduite, les frottements des parties mobiles deviennent notables, et les résultats de la mesure sont incertains.

L'emploi de flotteurs est sujet à d'autres erreurs, par exemple l'action du vent et l'inégalité des vitesses à différentes profondeurs.

M. Hajos a cependant proposé ⁽¹⁾ de les utiliser d'après une méthode qui remédie à ces derniers inconvénients.

Considérons (fig. 1) une boule de faible densité, maintenue au fond

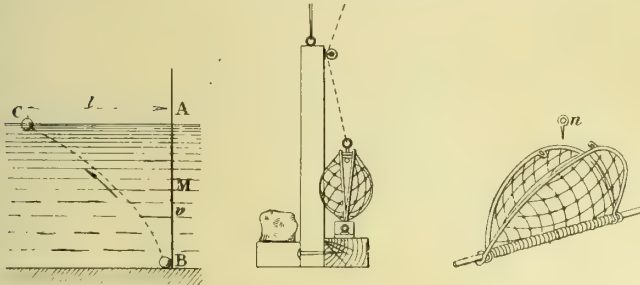


FIG. 1.

FIG. 2.

FIG. 3.

de l'eau, au pied de la verticale AB. Abandonnée à elle-même, elle remonte vers la surface avec une accélération qui dépend de sa densité, de sa surface et de la viscosité du liquide. Si, en outre, le liquide est animé d'une vitesse horizontale, le point où la boule émergera au bout d'un temps t sera C, en aval et à une distance l du point A.

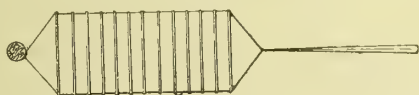
Le quotient $\frac{l}{t}$ peut être considéré comme la vitesse moyenne v des divers filets liquides rencontrés par la boule dans sa trajectoire.

D'après les expériences de M. Hajos, les valeurs de l et de t sont faciles à déterminer par l'observation quand on emploie par exemple une boule de cuivre creuse de 5 centimètres de diamètre, plus ou moins lestée de sable suivant la vitesse de l'eau.

Pour des vitesses de 1 à 2 centimètres par seconde, une boule de densité 0,9 convient bien; pour des vitesses voisines de 1 mètre, on prendra une boule de densité 0,03 (celluloid, par exemple).

Les figures 2 et 3 représentent un petit appareil qui peut servir à maintenir et à lâcher la boule au moment voulu, en tirant la ficelle qui dégage le piton n , pendant que le ressort écarte vivement les deux moitiés de l'enveloppe. La mesure de la longueur l se fait au moyen d'une règle graduée flottant à la surface de l'eau (fig. 4) et disposée de façon que son zéro corresponde à la verticale du centre de la boule au départ.

Pour des vitesses plus considérables, on peut employer le dispositif de la figure 5, qui consiste en un panneau à claire-voie flottant comme



[FIG. 5. — Panneau flottant pour les grandes vitesses.

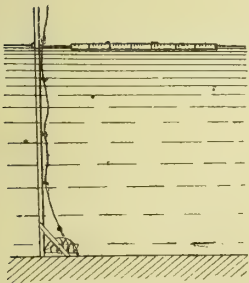


FIG. 4.

Ensemble des appareils.

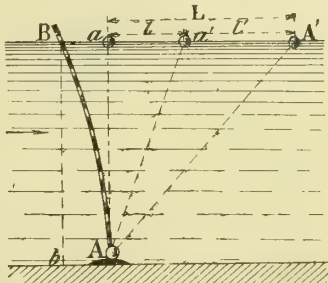


FIG. 6.

Dispositif à deux boules.

la règle et muni d'une palette qui se place dans le sens du courant. La boule vient se coincer entre deux lames horizontales du panneau, dont la distance à la verticale du point de départ est choisie en conséquence et connue. Il suffit donc de mesurer le temps du parcours de la boule dans l'eau; en même temps, on reprend la boule sans difficulté.

Pour se mettre à l'abri des erreurs provenant de la non-verticalité de la corde AB quand le courant a une certaine force, on opère comme

l'indique la figure 6. Un appareil muni de deux boules de densités différentes permet de les laisser remonter simultanément. L'une émerge en a' , au bout d'un temps t , l'autre en A' , au bout d'un temps T , à des distances l et l' du sommet a de la verticale, dont la position n'est pas connue.

$$\text{Mais } v = \frac{l}{t} = \frac{L}{T} = \frac{L-l}{T-t} = \frac{l'}{T-l'}$$

Il suffit de mesurer la longueur l et les temps T et t pour en déduire la vitesse presque aussi simplement que dans le cas général.

Appareil de sécurité pour machines d'extraction.

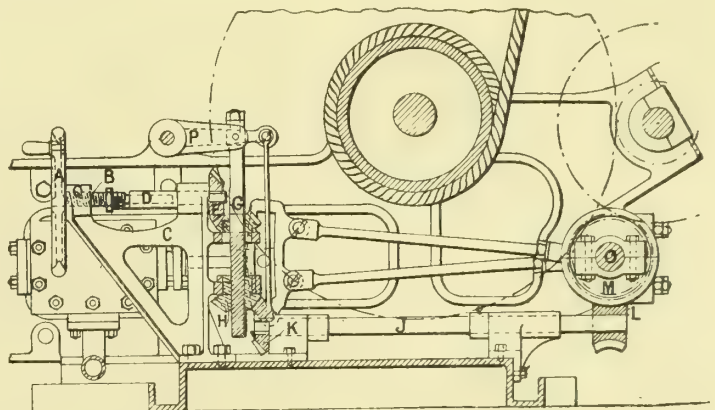
La figure ci-dessous, empruntée à l'*Engineer*, représente un appareil de sécurité présenté à la dernière réunion de l'« Institution of Mining Engineers » et imaginé par M. T. Campbell Futers avec la forme sous laquelle il a été appliqué à la machine d'extraction de Broomhill (Northumberland).

La machine est à vapeur du type de celles qu'on emploie souvent pour la manœuvre des cabestans à bord des navires; le rapport des vitesses du tambour d'enroulement et de l'arbre moteur est de $1/13,6$; ce moteur ne se prêtait pas à l'adaptation de l'appareil aussi bien que l'aurait fait une machine à action directe.

L'appareil s'applique au système de renversement de marche par coulisse de Stephenson et prend la place du levier de changement de marche.

Un volant à main A est monté sur un axe fileté B pouvant tourner dans un écrou Q du bâti fixe C; l'extrémité de cet axe, grâce à une rainure, coulisse longitudinalement dans un axe mobile D sur lequel est calé l'engrenage d'angle E; cet engrenage E tourne donc avec A.

Le bras de levier P, calé sur l'axe du levier de changement de marche, est attaché à un axe G fileté à sa partie inférieure et passant dans un engrenage d'angle H ne pouvant pas se déplacer verticalement et formant écrou; le tiers supérieur de l'axe G présente une rainure qui permet l'entraînement de l'engrenage d'angle F en même temps que son déplacement dans le sens vertical; la roue K engrenant avec H



Machine d'extraction munie de l'appareil de sécurité.

reçoit de l'arbre moteur un mouvement de rotation au moyen d'un système d'engrenage à vis sans fin ML.

La machine étant arrêtée et la valve d'admission de vapeur ouverte, si l'on manœuvre A, G s'élève ou s'abaisse selon le sens de la rotation donnée à A et met la machine en marche, H agit alors et le mouvement de G s'arrête tant que H et F, c'est-à-dire A, tournent avec la même vitesse. Si A est arrêté, G prend un mouvement vertical et agit sur le mécanisme de changement de marche pour le mettre à l'arrêt.

L'axe B étant muni de butées et laissant un certain jeu dans l'attaque de P par G, on voit qu'on peut limiter la rotation de A dans un sens ou dans l'autre à un certain nombre de tours dépendant du nombre de tours que doit faire le tambour dans un sens ou dans l'autre. On évite donc ainsi, par un réglage convenable fait une fois pour toutes, toute fausse manœuvre; la machine fonctionne et s'arrête automatiquement; elle n'exige pas la présence d'un mécanicien habile et elle s'arrête d'elle-même si, pour une cause fortuite, le mécanicien cesse d'agir sur le volant. De plus, la valve d'admission étant constamment ouverte, on évite ou diminue les pertes de travail par laminage et condensation de la vapeur.

Cet appareil fonctionne d'une façon satisfaisante depuis novembre dernier. Il est d'une très grande souplesse et se prête à des modifications très variées selon les circonstances; ainsi, on peut l'employer en même temps à actionner un frein; et, si le tambour est à commande électrique, on peut le faire agir sur les appareils de démarrage, de réglage et de freinage.

(1) Dans le *Zentralblatt der Bauverwaltung*.

SOCIÉTÉS SAVANTES ET INDUSTRIELLES

Académie des Sciences.

Séance du 18 juillet 1904.

Aéronautique. — *Ballons dirigeables. Stabilité longitudinale.* Note de M. Ch. RENARD, présentée par M. Maurice Levy.

L'auteur montre comment il réalise l'empennage strict dont il avait déjà parlé dans une précédente communication (1) :

1° En déplaçant vers l'avant le centre de poussée de l'hydrogène, par l'emploi d'un ballonnet de poupe;

2° En construisant des pennes souples, obtenues en recourant au système des ballonnets cloisonnés. On a réalisé ainsi une carène-flèche.

Il indique ensuite les procédés qui, combinés avec les moyens précédents, permettent de supprimer le tangage : déplacement d'un poids le long de la nacelle; emploi de deux hélices avant et arrière, symétriquement inclinées, et dont la résultante des efforts passe par le centre des résistances; emploi d'une hélice avant inclinée, avec une queue également inclinée, combinaison indiquée par M. Hervé; enfin, emploi de deux gouvernails horizontaux, avant et arrière, inclinés symétriquement. Tous ces procédés réussiront parfaitement en raison de la grande stabilité de la carène-flèche. En résumé, il est possible, en se conformant aux principes précédents, de construire des carènes parfaitement stables, quelle que soit la vitesse propre du ballon.

Ces résultats confirment ceux qui ont été indiqués par M. Hervé sur le même sujet (2).

Chimie. — *Expériences sur l'oxydation lente du cyanogène et des cyanures par l'oxygène libre.* Note de M. BERTHELOT.

La plupart des composés hydrocarbonés et des principes immédiats constitutifs des êtres vivants sont altérables à la longue, aussi bien que les métaux, par l'oxygène libre, particulièrement en présence de l'humidité et avec le concours de la lumière. Les circonstances précises qui président à ces altérations lentes ne sont pas bien connues; c'est ce qui a engagé M. Berthelot à approfondir l'étude de l'oxydation lente des composés cyaniques, comme suite à ses recherches sur leur polymérisation (3). Cette étude s'est trouvée liée d'ailleurs avec celle de l'attaque des métaux sous l'influence des mêmes composés, attaque dont les applications à l'extraction de l'or de ses minerais ont montré toute l'importance industrielle. Les expériences décrites dans la présente note ont trait à l'action de l'oxygène libre, en présence de l'eau et de l'alcool, sur le cyanure de potassium, sur l'acide cyanhydrique, sur le cyanogène et sur l'alcool seul (et la potasse), ces divers corps étant envisagés séparément, ou bien mélangés, seuls ou en présence du mercure, avec le concours actif de la lumière solaire, ou dans l'obscurité.

Chimie analytique. — *Sur une cause fréquente d'erreurs dans l'analyse des houilles.* Note de MM. Just ALIX et Isidore BAY.

Les houilles renferment presque toutes du carbonate de calcium que l'on retrouve dans les cendres, soit sous forme de carbonate, soit sous forme de chaux vive, selon la température à laquelle on a incinéré le combustible.

La proportion de carbonate est généralement faible; dans certains cas (anthracites du Tonkin) cependant, on rencontre de véritables filons de carbonate de 1 centimètre d'épaisseur.

Dans les essais suivants, faits sur une houille du bassin de Saint-Étienne (mines de Montrambert, houille à gaz), les auteurs ont cherché à déterminer la valeur de l'erreur due à la présence du CO₂ dans le dosage centésimal du carbone; ils ont dosé l'acide carbonique dans la houille porphyrisée, par la méthode de perte de poids, dans l'appareil de Geissler, ils ont trouvé une moyenne de 2,06 % de CO₂, correspondant à une teneur de 0,56 % de carbone. Or, il s'agit là d'une houille normale.

On voit qu'en faisant une combustion pour doser le carbone dans la houille, le carbonate de chaux se dissocie par la chaleur, son anhydride carbonique,

qui est recueilli dans le tube à absorption à potasse et pesé comme celui qui provient de la combustion du carbone, laisse croire à une proportion plus forte que la réalité de carbone combustible.

Il y a également lieu de tenir compte de ce facteur dans la détermination de la valeur calorifique d'une houille.

Électrochimie. — *Influence de la densité de courant dans l'électrolyse par courant alternatif.* Note de MM. André BROCHET et Joseph PETIT, présentée par M. Henri Moissan.

L'emploi, dans l'électrolyse, du courant alternatif dont les moindres manifestations donnent naissance à des phénomènes extrêmement complexes, ne pouvait manquer de ménager des surprises. Les auteurs ont déjà montré de quelle façon curieuse et inattendue se comportait le rendement lorsqu'on faisait varier la fréquence (1). Ils ont pensé à faire une étude analogue sur l'influence de la densité du courant.

Le nickel, qui, comme le cobalt, avait donné dans les essais précédents une courbe de rendement tout à fait particulière et qui présente l'avantage de se trouver facilement sous forme de lames et de fils de différents diamètres, était tout indiqué pour ces essais.

Les expériences qui ont été faites sur l'influence de la fréquence ont donc été répétées, mais en exécutant une série analogue pour chaque densité de courant préalablement choisie.

Elles ont montré que la densité du courant, de même que la fréquence, exerce une action tout à fait particulière dans l'électrolyse par courant alternatif et qu'il serait risqué de déterminer *a priori*, et par analogie, l'allure d'une réaction. Seule l'étude complète, comme celle du nickel, permet d'être fixé.

Hygiène. — I. — *Nouvelle contribution à l'épuration bactérienne des eaux de source et de rivière au moyen des sables fins non submergés.* Note de MM. P. MIQUEL et H. MOUCHET, présentée par M. Roux.

Nous donnons, page 220, un compte rendu plus détaillé de cette communication.

II. — *Recherche de l'arsenic dans quelques produits alimentaires.* Note de M. V. BORDAS, présentée par M. d'Arsonval.

Les intoxications produites à l'étranger, du fait de l'ingestion de bières rendues arsénicales par l'emploi accidentel de glucoses impurs ou de malt torréfié à l'aide de charbon ou de coke plus ou moins arsénical, ont attiré l'attention de ceux qui s'occupent d'hygiène alimentaire.

Grâce aux longues et patientes recherches qui ont été pratiquées en Angleterre, on est arrivé à reconnaître que la plupart des névrites périphériques classées autrefois sous la rubrique invariable de névrites périphériques alcooliques étaient des névrites arsénicales.

Les faibles quantités d'arsenic trouvées par les chimistes qui ont analysé les malts incriminés et les redoutables accidents produits par l'ingestion des bières fabriquées avec ce malt ont conduit M. Bordas à rechercher la présence de l'arsenic dans les produits alimentaires soumis à la torréfaction par le coke ou le charbon de terre, ainsi que dans certains produits employés couramment pour l'alimentation des enfants et des malades, et qui dérivent en partie de produits chimiques susceptibles de contenir de l'arsenic.

Ces recherches ont été faites par la méthode de M. G. Bertrand.

La quantité d'arsenic calculé en arséniate de soude peut atteindre 1^{me} 752 dans certaines chicorées torréfiées avec des charbons demi-gros, pour les glycérides elle atteint 0^{me} 9 %. Les produits alimentaires à base de glycérophosphates, etc., en contiennent jusqu'à 0^{me} 2 %. Ces doses sont loin d'être négligeables, surtout si l'on songe que ces produits sont consommés principalement par les enfants en bas âge.

Physique. — *Variation de l'indice de réfraction d'un électrolyte soumis à l'action du courant.* Note de M. H. BORDIER, présentée par M. H. d'Arsonval.

L'auteur de cette note a cherché à déterminer de quelle façon se fait la variation de l'indice de réfraction d'une solution électrolytique donnée pendant qu'un courant d'intensité connue passe dans cette solution.

Il a choisi des sels de métaux tels que le cuivre et le zinc, ne donnant pas lieu à une action secondaire à la cathode et formés d'un radical capable de se dégager en grande partie à l'état gazeux à l'anode et c'est aux chlorures de ces métaux qu'il s'est adressé de préférence.

En représentant la courbe des résultats trouvés en portant les intensités en ordonnées et les diminutions d'indice en abscisses, on obtient une droite passant par tous les points. Il ressort de là que la diminution d'indice est d'autant plus grande que l'intensité du courant est plus considérable.

Ce résultat fournit le principe d'une méthode permettant de mesurer l'intensité d'un courant : il suffit de faire passer pendant le même temps le courant à mesurer dans une solution, par exemple de chlorure de cuivre de titre connu et dont on a déterminé les diminutions d'indice.

On peut signaler comme application de cette étude, un moyen capable de renseigner sur la fin de l'électrolyse, dans le cas, par exemple, du dosage électrolytique d'un sulfate de cuivre : tout le cuivre est déposé lorsque l'indice de réfraction de la solution ne diminue plus.

A. B.

BIBLIOGRAPHIE

Revue des principales publications techniques.

AUTOMOBILES

Voiture de course Napier. — *L'Automotor Journal*, du 18 juin, décrit une nouvelle voiture de course, construite par la maison Napier, et pourvue d'un moteur à six cylindres, d'une puissance nominale de 80 chevaux.

Le poids a été réparti aussi également que possible sur les quatre roues, en disposant les sièges au-dessus de l'essieu d'arrière et en avançant l'essieu d'avant jusque sous le radiateur.

Les cylindres sont en acier, et indépendants; leur enveloppe est en cuivre, et obtenue par dépôt électrolytique sur une couche de cire plombaginée, étendue sur les cylindres, et fondue ensuite. L'arbre et les bielles sont creux. Les tubes d'échappement, qui aboutissent à un silencieux commun, sont flexibles. L'allumage se fait par une seule bobine et un seul trembleur.

Le châssis est en acier, la voiture n'a que deux vitesses, la souplesse du moteur permettant d'obtenir toutes les vitesses intermédiaires.

CHEMINS DE FER

Les chemins de fer à Togo (Afrique occidentale). — La colonie de Togo va être dotée de sa première voie ferrée: la ligne littorale de Lomé à Kleinpopo et la ligne intérieure de Lomé à Palime. Elle n'a pas de port naturel, et les navires ne peuvent aborder sur le rivage plat, battu par les lames. Le débarquement ou l'embarquement des cargaisons au moyen de bateaux est très incertain, souvent même impossible. On a donc entrepris à Lomé la construction d'un wharf de 300 mètres qui obvie à ces difficultés. Ce point est à la fois le siège du gouvernement et le débouché de deux routes importantes venant de l'intérieur.

La ligne Lomé-Kleinpopo permettra d'y amener aussi les produits de cette dernière région, autrement qu'à dos de porteurs (les attelages étant tous tués par la mouche tsé-tsé) ou par les lagunes.

La ligne aura une voie de 1 mètre, en rails d'acier de 20 kilogr.; la voie, avec ses traverses en acier, pèsera près de 80 kilogr. par mètre. Le prix de revient en est évalué à 25 000 marks par kilomètre.

La ligne de l'intérieur doit suppléer à l'insuffisance des voies navigables, les rivières n'étant utilisables que sur quelques rares parcours. Néanmoins, dès à présent, les noix de coco et l'huile de palme figurent pour 2 750 000 marks dans les 4 millions de marks d'exportation de la colonie, et le chemin de fer permettra de les recueillir sur tout son trajet.

Cette ligne aura 122 kilom., avec quatre garages; la pente moyenne sera de 15 millimètres environ. On compte d'abord faire circuler un train dans chaque sens tous les deux jours.

M. SCHLUPMANN donne, dans la *Zeitung des Vereins deutscher Eisenbahnverwaltungen*, du 2 juillet, quelques renseignements plus étendus à ce sujet.

(1) Voir le *Génie Civil*, t. XLV, n° 9, p. 448.(2) Voir le *Génie Civil*, t. XLV, n° 41, p. 488.(3) Voir le *Génie Civil*, t. XLV, n° 10, p. 174, et n° 42, p. 206. *Comptes rendus de l'Académie des Sciences.*(4) Voir le *Génie Civil*, t. XLV, n° 7, p. 418. (*Comptes rendus de l'Académie des Sciences.*)

CONSTRUCTIONS CIVILES

Construction d'une caserne à New-York. — Dans l'*Engineering News*, du 16 juin, M. W. T. Mc CARTHY décrit une nouvelle caserne actuellement en construction à New-York qui doit remplacer un bâtiment analogue détruit par un incendie en 1902. Dans la nouvelle construction, qui reproduit la première dans ses grandes lignes, on a fait plus largement usage du fer. Le hall de manœuvre a 57 mètres de largeur et est constitué par des fermes métalliques ayant même portée et dont les retombées, reposant sur le roc, traversent tout un étage occupé par les casernements proprement dits. Ceux-ci, reposent directement sur le bon sol par l'intermédiaire de colonnes en fers profilés qui traversent l'étage et servent de support aux poutres et fers à planchers du hall de manœuvre.

On a employé pour ces fermes un montage assez particulier. Le premier étage étant construit, on a monté sous chaque ferme trois chevalements métalliques; cinq chevalements étaient suffisants, quatre latéraux identiques et un central plus haut, ce dernier n'étant dressé que quand la ferme immédiatement précédente était presque achevée. Entre les chevalements latéraux d'un même côté, était placée une grue pouvant prendre directement les pièces dans les rues latérales et les amener exactement à leur emplacement pour la pose.

Cette manière de faire serait, paraît-il, expéditive, économique et aurait, en outre, le grand avantage de laisser autour des chevalements un grand espace libre permettant le travail des autres corps d'état.

Le même sujet est traité dans l'*Engineering Record* du 2 juillet.

ÉLECTRICITÉ

L'accumulateur Edison. — L'*Engineering*, du 1^{er} juillet, décrit l'accumulateur Edison à acier nickelé tel qu'il figure actuellement à l'Exposition de Saint-Louis et dont le *Génie Civil* a déjà parlé plusieurs fois (¹).

Résumons seulement les conditions assez dures, quelques-unes même en apparence contradictoires que Edison s'était imposées et auxquelles il aurait satisfait dans la construction de son accumulateur : ne pas employer de liquide corrosif; employer une matière active insoluble; avoir un électrolyte de composition constante; légèreté, solidité; non-désintégration, non-détérioration pendant l'usage; facilité de chargement et de déchargement; non-mise hors service par surcharge ou par épuisement quelle qu'en soit la durée; grande vitesse de mise en charge; capacité constante.

Cette étude est accompagnée de divers diagrammes donnant les valeurs des caractéristiques sous des conditions variables de charge et de décharge.

Théorie des commutatrices. — Les commutatrices ont déjà été étudiées par Steinmetz, Child, Kapp, etc. Dans l'*Electrical World*, du 9 avril, M. F. G. BAUM publie une théorie dans laquelle il prend comme point de départ la répartition du potentiel sur un collecteur de dynamo à courant continu.

Il étudie successivement le rapport de transformation, l'échauffement, et la réaction d'induit des machines mono, di, tri et hexaphasées; il consacre enfin un court chapitre au compoundage.

Il fait valoir la supériorité de la commutatrice hexaphasée, et publie un graphique relatif à la régulation d'une de ces machines.

Données et essais d'un alternateur à la fréquence 10 000. — M. G. LOMME a décrit, devant l'American Institute of Electrical Engineers, un alternateur expérimental pouvant donner 10 000 périodes par seconde. L'*Electrical Review*, du 28 mai, reproduit cette communication.

La machine est du type à fer tournant, forme imposée par la grande vitesse de rotation (3 000 tours); sa puissance maximum est de 2 kilowatts, sous la tension de 150 volts. Le fer induit est en tôles de 0^m 075 d'épaisseur. Le nombre de projections polaires sur le rotor est de 200. L'induit a 400 rainures circulaires, contenant chacune un conducteur; tout l'enroulement est en série. Le diamètre intérieur de l'induit est de 64 centimètres.

Le rotor est en acier; les projections polaires ont 3^m 15 de largeur et 19 millimètres de longueur radiale. L'enroulement inducteur (fixe) comporte 600

tours de fils; sa résistance est de 53,8 ohms et celle de l'induit 1,84 ohm.

Une série d'essais ont été faits à diverses fréquences pour chacune desquelles on a tracé la caractéristique à vide, les pertes dans le fer et la courbe de court-circuit. On a également mesuré les pertes par frottement et résistance de l'air.

Les résultats de ces divers essais sont reproduits sur des graphiques qui accompagnent le mémoire.

La lampe Nernst. — L'*Electrical World*, du 21 mai, publie un article assez détaillé sur la fabrication et l'emploi de la lampe Nernst. Après avoir indiqué les plus récentes compositions brevetées pour le filament, il en décrit la manipulation. Les terres rares, pulvérisées et mélangées, sont additionnées d'un agglomérant, puis forcées par une presse à travers une filière; les filaments obtenus sont séchés, puis pourvus d'attaches en platine, enfoncées dans la matière après ramollissement de celle-ci par l'arc électrique.

L'auteur décrit les divers accessoires de la lampe : le réchauffeur et son mécanisme, le ballast destiné à maintenir constant le courant, etc.

Il entre ensuite dans diverses considérations sur le rendement de la lampe (qu'il considère comme dans certains cas supérieur à l'arc en vase clos), la sensibilité aux variations de voltage (il l'estime moindre que celle des lampes à incandescence à haut rendement), et l'entretien (les brûleurs durent 800 heures sur le courant alternatif à la fréquence 60; les réchauffeurs durent huit mois); le ballast a une durée de 25 000 heures.

Dans l'*Elektrotechnische Zeitschrift*, du 21 juillet, M. SALOMON consacre également un article aux nouvelles dispositions de la lampe Nernst; il la considère comme bien appropriée à l'éclairage public (10 000 lampes sont déjà en service en Angleterre) et signale les modèles étanches établis pour cet usage. Les lampes d'intensité supérieure à 1 ampère n'ayant pas donné de résultats satisfaisants, on réalise les grandes puissances lumineuses par l'emploi de plusieurs brûleurs. La lampe Nernst s'applique bien aux projections. Les modèles spéciaux établis pour cet usage (1 000 et 2 000 bougies) s'allument avec une lampe à alcool.

Le temps qui s'écoule entre la fermeture du circuit et l'allumage d'une lampe Nernst ordinaire constitue, dans certains cas, un inconvénient, qu'on cherche actuellement à éviter par l'emploi d'un réchauffeur lui-même lumineux. On arrive en tout cas au résultat en mettant en parallèle avec le réchauffeur quelques lampes à incandescence, qui ne brûlent ainsi que momentanément (lampe express).

L'auteur signale enfin d'autres applications qui ont été faites de la résistance régulatrice (ballast) de la lampe Nernst, notamment pour protéger les lampes à incandescence ordinaires des variations de voltage, dans l'éclairage des trains de chemins de fer.

ENSEIGNEMENT

Organisation d'un laboratoire de chimie métallurgique dans une école technique. — Dans le bulletin de mai de l'*American Institute of Mining Engineers*, M. Charles H. WHITE montre comment doit être installé un pareil laboratoire pour satisfaire aux exigences de plus en plus grandes de la métallurgie moderne. Il ne s'agit pas ici de recherches nouvelles mais de déterminations nombreuses et précises relatives à des faits connus, et destinées à suivre et à contrôler la marche des opérations courantes. Le genre d'analyses ou de recherches dans un semblable laboratoire est donc toujours très limité; on doit en profiter pour augmenter la rapidité et la précision des opérations.

C'est ce que l'auteur a réalisé à l'Université de Harvard (Massachusetts) dans des types d'installations qu'il décrit en les accompagnant de figures. Un extrait de ce mémoire avec ses figures est donné dans l'*Engineering and Mining* du 9 juin.

HYDRAULIQUE

Élévation directe des liquides par l'air comprimé. — Cette question qui a été traitée dans le *Génie Civil* (¹) au moment où elle soulevait une longue discussion dans la presse technique anglaise est résumée et complétée par M. C. T. Alfred HANSEN dans l'*Engineering Review* de juillet.

L'auteur montre l'importance de la question, les avantages du procédé et rappelle les premières pompes Mammouth créées par le docteur Pulhé aux États-

Unis en 1893, puis l'extension de leur emploi en Angleterre où déjà il y aurait plus de 300 installations faites par une seule maison; de son côté, la firme allemande Borsig en aurait déjà fait 600.

L'auteur expose la théorie bien incertaine d'auteurs de l'élevateur d'air, fixe quelques chiffres relatifs à cette théorie d'après des essais faits aux installations existantes et donne la manière de calculer la quantité d'air consommée, la résistance des conduites au frottement, les profondeurs d'immersion, l'élévation, l'effet utile selon la vitesse d'écoulement et le diamètre de la conduite, puis, en un tableau dressé d'après les renseignements fournis par ces installations, il consigne quelques résultats et chiffres pratiques; leur grande variabilité prouve l'incertitude de la théorie.

Comme exemple d'application nouvelle et intéressante, il cite l'installation de Hampton, sur la Tamise, où on élève les eaux d'égout.

Laboratoire d'essai pour la vérification des compteurs d'eau, à South Brooklyn (Etats-Unis).

— L'*Engineering News*, du 16 juin, et l'*Engineering Record*, du 18 juin, donnent une étude de M. Arthur TUTTLE sur l'installation qui vient d'être faite près de New-York par la National Meter Co en vue de mesurer et d'étalonner le débit des compteurs d'eau et de vérifier le fonctionnement de ces appareils.

Elle comprend essentiellement : un bassin avec un barrage en déversoir, une chambre de prise alimentée par l'eau provenant de ce déversoir, une troisième chambre munie d'une pompe et enfin une quatrième où l'on place le compteur à essayer.

On commence par remplir le premier bassin avec l'eau de la ville, puis la pompe est mise en mouvement prenant son eau dans le bassin de prise et la refoulant dans le déversoir à travers le compteur; l'eau passe à nouveau du déversoir dans le bassin de prise et ainsi de suite.

Pour ne pas troubler le fonctionnement du compteur, on a placé intermédiairement entre la pompe, qui est du type centrifuge, et le compteur, un grillage en bois et des cloisons en chicanes destinées à détruire le remous apporté par le courant d'eau sortant de la pompe et à donner aux bulles d'air qui en résultent le temps de s'échapper.

Dans cette étude sont donnés : les détails de construction, la manière de mesurer les différentes quantités permettant de faire le jaugeage (notamment le débit du déversoir), ainsi que les résultats d'un premier essai fait sur un compteur Premier de trente pouces. La pompe est actionnée par une machine à gaz Nash de 30 chevaux.

MÉCANIQUE

Valeur comparée de l'électricité et de l'eau sous pression pour la commande des appareils de manœuvre d'un port. — Dans un mémoire de M. V. L. RAVEN que reproduit l'*Engineering*, du 24 juin, l'auteur expose le résultat des essais comparés qui ont été faits aux docks de Middlesbrough par la Compagnie du North-Eastern Railway.

Le service de ces docks est fait concurremment par des appareils de levage commandés les uns électriquement, les autres hydrauliquement, et dans les deux cas, les appareils et les méthodes sont les plus nouveaux et les plus perfectionnés. L'auteur décrit ces machines, et expose les essais soignés dont elles ont fait l'objet de façon à tirer des conclusions valables sur l'économie comparée de leur fonctionnement.

Ces conclusions peuvent se résumer ainsi : les grues électriques exigent beaucoup moins de temps pour le graissage; elles fonctionnent avec absence presque complète d'usure et de bruit, (ce qui facilite la transmission des ordres au wattman); la commande se fait par une seule manivelle; en cas de rupture du courant, le freinage s'établit automatiquement et presque instantanément en maintenant la charge suspendue à n'importe quelle hauteur.

En définitive, en travail normal, toutes choses égales d'ailleurs, la grue électrique fait pendant le même temps 50 % de travail de plus que la grue hydraulique ou à vapeur, sans compter les avantages de commodité.

Parmi ceux-ci, citons les suivants : possibilité de décaler, déplacer de 9 mètres le long des rails et de caler la grue à nouveau contre ceux-ci en trois minutes. La grue hydraulique est, par sa nature, fixe; quand on veut la déplacer de si peu que ce soit, il faut six hommes pour quatre grues, lesquels doivent venir une heure avant le moment fixé pour la mise en marche; ce même travail de grand

(4) Voir le *Génie Civil*, t. XXXIX, n° 8, p. 425, n° 43, p. 214, et t. XLIV, n° 21, p. 333.

(4) Voir le *Génie Civil*, t. XLIV, n° 20, p. 314.

déplacement est fait en quinze minutes par deux hommes seulement en été, par quatre en hiver, avec les grues électriques.

Enfin avec l'eau sous pression, en hiver, pendant les fortes gelées il faut entretenir des feux destinés à empêcher la congélation de l'eau des canalisations pendant la nuit ou pendant les longs arrêts.

Cet article est accompagné de figures relatives aux différents appareils, et de tableaux et de diagrammes résumant les résultats des essais comparés.

MÉTALLURGIE

Concentration magnétique des minerais de zinc de la Virginie. — On trouve dans la Virginie un minerai de zinc très abondant; il est formé de calamine silicatée (en majeure partie) et de calamine carbonatée, mélangées plus ou moins intimement avec une argile très ferrugineuse et une limonite. Le plomb s'associe quelquefois au zinc. Ces minerais n'ont pu être exploités que dans ces dernières années et grâce à l'association d'un traitement mécanique et d'un traitement magnétique. Ce sont ces opérations et en particulier la séparation magnétique qu'expose M. C. Q. PAYNE dans l'*Engineering and Mining*, du 23 juin.

L'auteur montre d'abord comment se faisaient ces opérations au début: un concassage, un débouillage, des passages dans des trommels, cribles à secousses en vue de la séparation de la majeure partie du plomb (on ne pouvait alors traiter d'une façon rémunératrice que des minerais très plombifères), repassages successifs, grillage au four à reverbère du minerai ferrozincifère en vue de donner ou d'augmenter la propriété magnétique des particules ferrugineuses et enfin, traitement par un seul passage au séparateur magnétique donnant un minerai de fer à 48 % et un minerai de zinc à 30 % de zinc tenant encore 5 % de fer.

Aujourd'hui grâce à l'emploi de séparateurs magnétiques perfectionnés dont l'auteur donne la description et le principe, la séparation se fait sans grillage. Elle peut s'appliquer à des minerais intimement mélangés et très peu magnétiques que l'absence de plomb avait fait considérer comme inutilisables. Les opérations, en dehors du débouillage, ne comprennent que des concassages, pulvérisations, triages par dimensions et séparations magnétiques sans aucun emploi de cribles à secousses, tout l'enrichissement se faisant magnétiquement. Tous les minerais de Virginie se prêteraient bien à ce traitement. On prépare déjà couramment ainsi, un concentré à 43 % de zinc ne tenant pas plus de 6,5 % de fer. La teneur en zinc de ces concentrés a monté quelquefois jusqu'à 46 %.

Deux diagrammes schématisant le cycle des opérations dans les deux types de traitement précités accompagnent l'article.

Études sur les aciers spéciaux. — A la dernière réunion de l'Association américaine pour l'essai des matériaux, M. William METCALF a lu un mémoire sur les aciers spéciaux que reproduit l'*Iron Age* du 23 juin.

Les Américains désignent ces aciers sous le nom d'*aciers-alliages* (alloy steels), ce qui préjuge de la composition de ces aciers, bien que la constitution de la plupart d'entre eux soit encore très imparfaitement connue.

L'auteur définit d'abord les aciers spéciaux pour les distinguer nettement des ferros, fontes et aciers ordinaires, puis passe successivement en revue les principaux d'entre eux en exposant leurs particularités, leurs qualités et leurs usages.

Les aciers ainsi étudiés sont: l'acier au nickel et au manganèse, l'acier se trempant très dur par simple refroidissement lent à l'air après qu'il a été chauffé au rouge orangé et qui contient ordinairement 2 à 3 % de manganèse, 4 à 6 % de tungstène et du carbone en très fortes proportions; l'acier à grande vitesse de coupe, en particulier l'acier Taylor White, auquel on donne à la fois de la ténacité et de la dureté par des trempes successives et étalées à des températures de plus en plus basses et dont la préparation a été plus ou moins heureusement imitée par presque toutes les aciéries. L'auteur donne la composition de deux de ces aciers pris comme types pour montrer combien il est difficile d'expliquer leurs propriétés par la composition; celle-ci est en effet extrêmement variable, non seulement en ce qui concerne la quantité des composants mais aussi leur nature.

L'introduction de ces aciers dans la pratique des machines-outils a été une véritable révolution dont

l'auteur fait ressortir l'importance économique. Il attire l'attention des fabricants sur la nécessité qui s'impose à eux, non seulement de suivre leur fabrication d'une façon scientifique, mais encore d'entrer résolument dans la voie des recherches où d'importantes et nombreuses découvertes sont encore à faire.

MINES

Les méthodes d'exploitation de Westphalie. — M. Maurice BODART étudie, dans la *Revue universelle des Mines* (bulletin de mars et avril 1904), les méthodes d'exploitation proprement dites dans le bassin rhénan westphalien et les compare à celles usitées en Belgique. Après avoir rappelé très succinctement les points les plus caractéristiques de la géologie du gisement, l'auteur distingue, parmi les méthodes d'exploitations westphaliennes, deux classes: celles qui comportent un traçage plus ou moins développé et celles qui, hormis la division du champ d'exploitation, ne comportent, comme travaux préparatoires, que la mise à l'aérage.

A la première classe appartiennent les méthodes par traçage et dépiége:

- 1° Sans remblais, avec dépiége par tailles chassantes ou montantes;
- 2° Avec remblais partiels;
- 3° Avec remblais complets.

M. Bodart range dans la deuxième classe les méthodes sans traçage préalable:

- 1° Par tailles montantes;
- 2° Par tailles chassantes;
- 3° Par gradins renversés.

L'auteur étudie l'application de chacune de ces méthodes, en allure de plateaux et de dressants et donne pour chaque méthode quelques exemples types. Un examen critique le conduit ensuite à établir les modes et les conditions d'emploi de chacune de ces méthodes.

M. Bodart termine son étude par quelques mots sur l'aménagement général des transports qui, d'après lui, est intimement lié à l'économie même des méthodes d'exploitation utilisées: alors qu'en Belgique le transport jusqu'à la bacnure-mère se fait généralement par plans inclinés, en Westphalie, au contraire, l'emploi de puits intérieurs tend à se généraliser de plus en plus. Ces puits permettent d'augmenter la hauteur d'étagage et de réduire, par suite, les frais de creusement des maîtresses-bacnures. Ils centralisent le transport horizontal à un même niveau et permettent ainsi un aménagement plus économique de celui-ci tout en améliorant les conditions d'extraction.

PHYSIQUE INDUSTRIELLE

Les pyromètres industriels. — L'*Engineering*, des 6 et 13 mai, reproduit un mémoire de M. E. J. GHEURY, relatif à la détermination des hautes températures industrielles.

L'auteur expose d'abord l'importance et la difficulté du problème si l'on s'astreint à une grande précision devenue cependant nécessaire aujourd'hui dans les opérations métallurgiques; puis, il passe en revue les diverses méthodes qui peuvent être utilisées et qui font appel aux différentes propriétés physiques. Il étudie d'abord le pyromètre à air, en faisant ressortir les difficultés de l'utilisation de la dilatation des gaz aux hautes températures, ceux-ci, dans ces conditions, traversant presque tous les corps qui peuvent être employés comme réceptifs. Il donne les différents dispositifs qui ont été imaginés pour rendre ses indications précises et commodités (pyromètre de Jolly, Callandar et Griffiths); puis il passe aux pyromètres destinés à la détermination de très hautes températures: ceux qui utilisent la dilatation de l'argile (Brongniart, Wedgwood) et enfin les appareils plus modernes, si pratiques et si précis, basés sur l'absorption et le rayonnement calorifiques ainsi que sur les propriétés thermoélectriques des corps [pyromètres de Berthelot, de Le Chatelier, de Féry (1)]. Il conclut en constatant que la science pyrométrique, en ce qui concerne la précision, ne rencontre plus de difficultés aux très hautes températures; ses progrès ne sont plus limités que par la nécessité de construire des appareils en matériaux réfractaires.

(1) Voir le *Génie Civil*, t. LXIII, n° 3, p. 72.

Ouvrages récemment parus.

L'Industrie de la Soude (*Chlorure de sodium. Carbonate et bicarbonate de sodium. Soude caustique. Sodium. Peroxyde de sodium*), par L. GUILLET, docteur ès sciences, Ingénieur des Arts et Manufactures, professeur de technologie chimique et métallurgique au Collège libre des Sciences sociales. — Un volume, petit in-8° de 180 pages, avec 23 figures. (*Encyclopédie scientifique des Aide-Mémoire*.) — Gauthier-Villars, éditeur, Paris, 1904. — Prix: broché, 2 fr. 50; cartonné, 3 francs.

Cet ouvrage est le troisième volume de chimie industrielle publié par notre collaborateur M. Léon Guillet dans la collection des *Aide-Mémoire*.

Après avoir, dans les deux premiers volumes, décrit l'industrie des acides minéraux et celle des métalloïdes, il aborde aujourd'hui les composés métalliques par l'importante industrie de la soude.

M. Guillet étudie d'abord l'industrie du chlorure de sodium, puis il décrit les procédés Leblanc et les procédés à l'ammoniaque donnant le carbonate de soude, ainsi que les procédés électrolytiques qui sont à peine sortis de la période d'essais.

Il donne ensuite les principaux procédés de préparation de la soude caustique. Deux chapitres sont consacrés aux industries si récentes du sodium et du peroxyde de sodium.

L'auteur a tenu à joindre au côté technique le côté économique, tout en laissant la prépondérance au premier, c'est-à-dire qu'il a examiné en détail la situation des industries se rattachant à la soude dans les divers pays, les droits de douane, les exportations et les importations, la production, etc.

Étude sur l'emploi de l'air comprimé à haute tension comme moyen de transport mécanique souterrain, par A. SOHIER et G. MASSART, Ingénieurs directeurs des Charbonnages du Nord du Flénu, à Ghlin. — Un volume in-8° de 100 pages, avec figures et 2 planches. — Goemare, Bruxelles, et Vve Dunod, éditeurs, Paris, 1904. — Prix: 3 francs.

Cette étude est le résultat des recherches faites par MM. Sohier et Massart dans les mines de Belgique, de France et d'Allemagne, en vue de trouver le mode de transport le plus convenable, pour les mines dont les terrains sont peu résistants et qui comportent des longueurs démesurées de galeries de transport et d'aérage.

Les auteurs, après examen détaillé des installations des mines de Graissessac, de Decazeville, d'Aubin, de Campagnac, de Carmaux, de Gardanne, de Saarbrücken, etc., concluent en faveur de l'air comprimé sous forte tension, comme répondant le mieux à toutes les conditions de sécurité et de salubrité.

Ils donnent la description des usines à air comprimé de la Compagnie des Omnibus de Paris (1), les applications du procédé Mékarski faites dans de nombreuses mines, et la détermination complète des éléments d'une installation, avec calculs à l'appui, pour le cas des mines de Ghlin (Belgique).

Le Monteur électricien, par E. BARNI, Ingénieur électricien, traduit de l'italien par A. MONTPELLIER, rédacteur en chef de l'*Electricien*. 2^e édition entièrement refondue. — Un volume in-16 de 484 pages, avec 224 figures. (*Encyclopédie industrielle*). — J.-B. Baillière et fils, éditeurs, Paris, 1904. — Prix: relié, 5 francs.

Conçu dans un but pratique, cet ouvrage renferme, outre les notions générales d'électricité indispensables à un monteur, l'indication détaillée de tous les incidents qui peuvent se présenter dans l'installation, la mise en marche et l'exploitation courante d'une usine et d'un réseau, ainsi que les moyens d'y remédier.

L'auteur y étudie successivement, à ce point de vue, les dynamos, les alternateurs, les transformateurs, les canalisations, les lampes, les moteurs, et reproduit les instructions sur les soins à donner aux victimes des accidents d'électricité.

(1) Voir le *Génie Civil*, t. XXXIX, n° 42, p. 185.

Le Gérant: H. AVOIRON.

LE GÉNIE CIVIL

REVUE GÉNÉRALE HEBDOMADAIRE DES INDUSTRIES FRANÇAISES ET ÉTRANGÈRES

Prix de l'abonnement par an. — Paris : 36 francs; — Départements : 38 francs; — Étranger et Colonies : 45 francs. — Le numéro : 1 franc.

Administration et Rédaction : 6, rue de la Chaussée-d'Antin. Paris.

SOMMAIRE. — Travaux publics : Les nouveaux grands ponts sur l'East River, à New-York (*planche XV*) (*suite et fin*), p. 225; G. RICHOU. — Mines : Le remblayage par l'eau dans les mines (*suite et fin*), p. 231; H. SCHMERBER. — Hydraulique : Jaugeage des conduites d'eau en service, p. 233. — Jurisprudence : Le réembauchage des grévistes, p. 234; Louis RACHOU. — Variétés : Machine à peindre les roues, p. 235; — Voiture à essence de

pétrole pour chemins de fer, p. 236; — Méthodes employées, en Angleterre, pour empêcher le gaspillage de l'eau, p. 236; — Tour à avance commandée hydrauliquement, p. 237.

SOCIÉTÉS SAVANTES ET INDUSTRIELLES : Académie des Sciences (25 juillet 1904), p. 238. — BIBLIOGRAPHIE : Revue des principales publications techniques, p. 238; — Ouvrages récemment parus, p. 240.

Planche XV : Les nouveaux grands ponts sur l'East River, à New-York (pont de Williamsburg).

TRAVAUX PUBLICS

LES NOUVEAUX GRANDS PONTS SUR L'EAST RIVER à New-York.

(Planche XV. — Suite et fin⁽¹⁾.)

Pont de Williamsburg. — PARTIE MÉTALLIQUE. — La partie métallique comprend, d'une part, les pylônes, les poutres de rives, la poutre

à l'axe du pont, les quatre colonnes intérieures sont réunies deux à deux par une arcature. Au-dessus de celle-ci règnent des poutres transversales à treillis de 5^m 40 de hauteur, sur l'une desquelles vient s'assembler la poutre de rive. Leurs semelles supérieures portent les pièces de pont. Une seconde série de poutres transversales surmontées de deux grandes diagonales relie dans le même plan les colonnes intérieures.

Pour les réunir à celles de l'extérieur, on a employé un système de diagonales réparties, au-dessous de la première transversale, en quatre panneaux de 5^m 60 de hauteur chacun (section A), et à partir de la



FIG. 1. — PONT DE WILLIAMSBURG, à NEW-YORK : Vue prise pendant le montage de la membrure inférieure.

centrale et les viaducs d'approche; d'autre part, les câbles en fil d'acier qui soutiennent la travée centrale. Nous en donnerons la description dans cet ordre.

PYLÔNES. — *Pylônes principaux.* — Ces pylônes (fig. 1, 2 et 3), qui portent les câbles principaux, consistent chacun en huit arbalétriers ou colonnes, disposés quatre par quatre sur les piles correspondantes, et fortement entretoisés dans tous les sens. Dans le plan perpendiculaire

seconde transversale en sept panneaux de 7^m 74 chacun (sections C et D). Un huitième panneau de même hauteur est laissé, entre les deux transversales, libre de diagonales pour le passage des voies (section B). A leur base, les axes des colonnes sont distants de 7^m 30 et à leur extrémité supérieure de 6^m 70. Elles ne sont d'ailleurs verticales que jusqu'à la première transversale et prennent ensuite une inclinaison de 8 %. Les raccords entre les parties verticales et les parties obliques sont constitués par des pièces spéciales en acier fondu établies à l'angle correspondant.

(1) Voir le *Génie Civil*, t. XLV, n° 13, p. 209.

Dans le plan parallèle à l'axe du pont, les colonnes extérieures sont assemblées deux à deux par des diagonales réparties, au-dessous de la première transversale en deux panneaux de 12^m 50 de hauteur chacun avec diagonale centrale horizontale. Au-dessus sont répartis sept panneaux à diagonales correspondant à ceux de l'autre plan. L'écartement des pieds à la base est de 12^m 20 et au sommet de 4^m 05. Le fruit des colonnes extérieures est à peu près le même que celui des colonnes intérieures.

Chacune des colonnes repose sur un socle en acier fondu de 3^m 30 carré, fixé sur la maçonnerie par des boulons d'ancrage de 0^m 0625 de diamètre. Leur section est, au pied, de 2^m 10 × 1^m 70, et de 1^m 20 × 0^m 80 au sommet de la partie verticale; au delà, elles conservent la même section. Elles sont réunies à la tête par une plate-forme composée de pièces d'acier de 2^m 15 de hauteur sur lesquelles sont fixés les coussinets en acier fondu du poids de 36 tonnes (fig. 9, 10 et 11). La distance entre le couronnement des maçonneries et l'axe des câbles est de 94^m 40.

Le poids de l'acier employé dans chaque pylône est de 3048 tonnes.

Le montage des pylônes a été effectué à l'aide des ponts de service employés pour celui des travées de rives, et de grues roulantes, jusqu'à la hauteur de la transversale qui domine le pont principal. Sur cette base on a ensuite établi un pylône carré en charpente de 9^m 60 de côté et de 46^m 30 de hauteur. Des grues placées sur le sommet ont permis de monter les pièces d'acier; le pylône métallique s'est ainsi construit d'étage en étage. L'opération finale a consisté dans la mise en place des coussinets qu'on a levés d'un seul coup à l'aide de palans jusqu'à l'endroit qu'ils devaient occuper.

Pylônes intermédiaires. — Les travées de rives du pont ne sont pas supportées par les câbles, mais sont maintenues à leurs extrémités par les ancrages et les pylônes principaux et en leur centre par des pylônes intermédiaires (1). Ceux-ci, qui ne montent pas au-dessus de la semelle inférieure des poutres, comprennent chacun deux tours de quatre colonnes reliées entre elles aux sommets par des poutres et des arcatures. Les pieds des colonnes reposent sur des socles en acier fondu ancrés à l'aide de boulons dans la maçonnerie. Chacune des plates-formes supérieures formées par les poutres et arcatures susmentionnées porte un axe en acier reposant sur des galets de dilatation.

La hauteur des pylônes, de la maçonnerie à l'axe en question, est de 28^m 27. Ils ont été montés à l'aide du pont de service et des grues roulantes qui ont servi pour les travées de rives.

TRAVÉES. — *Travées de rives.* — Celles-ci comprennent de chaque côté du fleuve les parties du pont situées entre les pylônes principaux et les culées d'ancrage. Le type adopté est le même pour chacune d'elles. De l'ancrage au pylône intermédiaire, dont nous avons parlé, la longueur de la poutre est de 90^m 09 entre les axes des rotules placées sur la culée et le pylône; sur celui-ci elle demeure continue sur une longueur égale à celle de trois panneaux, soit sur 18 mètres et forme ainsi poutre équilibrée. Au delà, pour gagner le pylône principal, la distance est de 66^m 03; celle-ci est franchie par une seconde travée, dite travée de connexion.

Chacune de ces travées comprend deux poutres espacées de 20^m 40 et présentant une hauteur de 12 mètres entre les centres de gravité des membrures. Les poutres sont en treillis à triple intersection et complètement rivées. Les Ingénieurs américains ont donc complètement abandonné pour cet ouvrage le type autrefois presque universellement employé par eux des poutres à articulation. La travée de connexion est reliée à celle qui est équilibrée, par une rotule placée entre les membrures inférieures; la membrure supérieure est discontinue, sauf pour le dispositif destiné à transmettre la pression du vent. Les membrures inférieures sont réunies par des pièces de pont qui ont même hauteur qu'elles (1^m 30) et qui se prolongent à l'extérieur des poutres pour porter la voie charretière (fig. 5, pl. XV). On voit dans la même figure les poutres transversales supérieures qui réunissent les poutres principales au droit de chaque panneau et fournissent des supports intermédiaires pour les pièces de pont et les abouts intérieurs des poutres du pont supérieur. Enfin, un contreventement supérieur et inférieur règne entre les poutres principales, et les pièces qui portent la voie charretière sont entretoisées en X dans le plan des semelles supérieures, toutes les trois pièces. Toute cette charpente est assemblée par des rivets.

Le montage des travées de rives s'est effectué à l'aide d'un pont de service continu sur lequel circulaient des grues roulantes.

Travée centrale suspendue. — Elle a, comme il a été dit, 486^m 40 de longueur entre les axes des pylônes principaux; les poutres reposent sur ceux-ci par l'intermédiaire de rouleaux, mais elles dépassent ces derniers de 7^m 14 pour se relier aux abouts des poutres des travées de rives. La connexion se fait par rotules entre les membrures inférieures

et par rivets entre les membrures supérieures. Les poutres sont constituées comme pour les travées de rives, par des treillis à triple intersection et complètement rivées comme les précédentes; elles sont portées au droit de chaque panneau par les câbles de suspension, comme nous l'indiquerons plus loin.

Le nombre des panneaux entre les deux grands pylônes est de 78; chacun d'eux a 6^m 051 de longueur à la membrure inférieure et un peu plus à la membrure supérieure. Les panneaux situés à l'intérieur des pylônes sont plus longs que les autres et non uniformes de construction. Les membrures inférieure et supé-

rieure ont respectivement 0^m 625 et 0^m 750 de largeur et 0^m 675 de hauteur commune. Elles sont entretoisées tous les trois panneaux par des diagonales en X; il en est de même pour les pièces de pont des voies charretières latérales (fig. 5, pl. XV).

Les membrures inférieures des poutres principales ont une flèche de 6^m 05 au centre et présentent de chaque côté, sur une longueur de 102^m 90, une courbure suivant un rayon de 3376^m 50; aux deux extrémités, la courbure a un rayon de 48 000 mètres. Celui des membrures supérieures au centre est de 23 486 mètres. A chaque extrémité des poutres, les deux panneaux de la membrure supérieure sont dis-

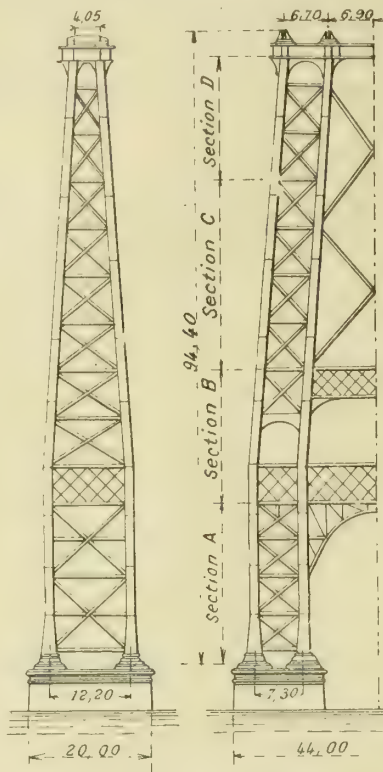


Fig. 2 et 3. — Vue latérale et élévation d'un pylône principal.

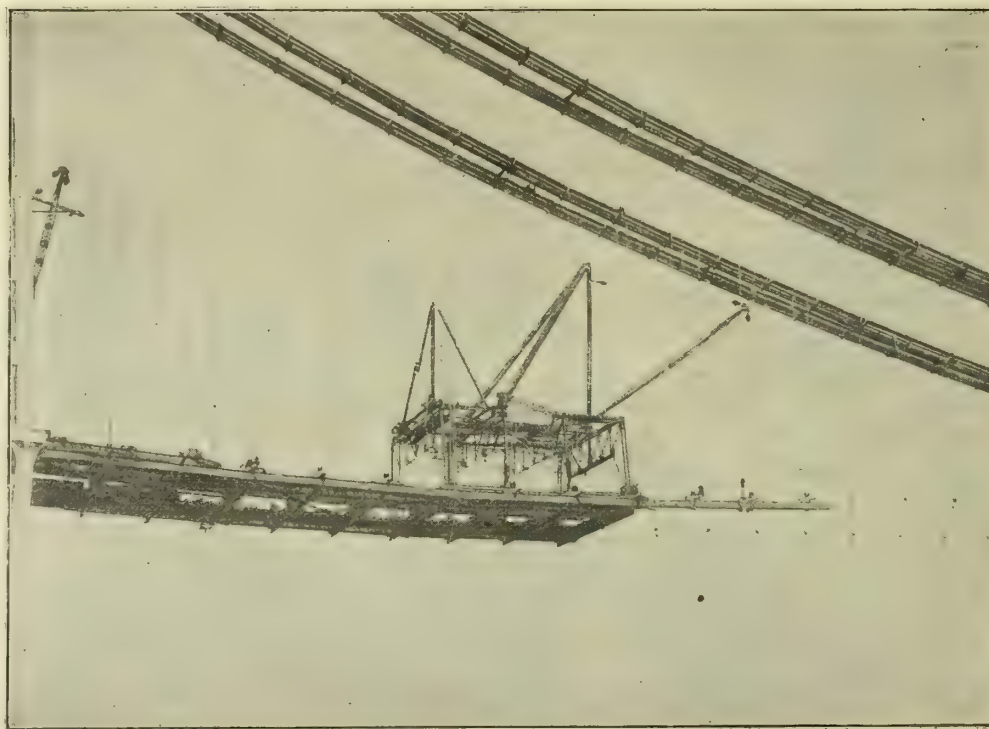


Fig. 4. — Montage de la membrure inférieure au moyen des grues roulantes.

(1) Voir le *Génie Civil*, t. XLV, n° 13, p. 211.

LES NOUVEAUX GRANDS PONTS SUR L'EAST RIVER, A NEW-YORK

Pont de Williamsburg

Fig.1,2 et 3 - Support articulé de la travée suspendue

Fig.1. Plan

Fig.3.

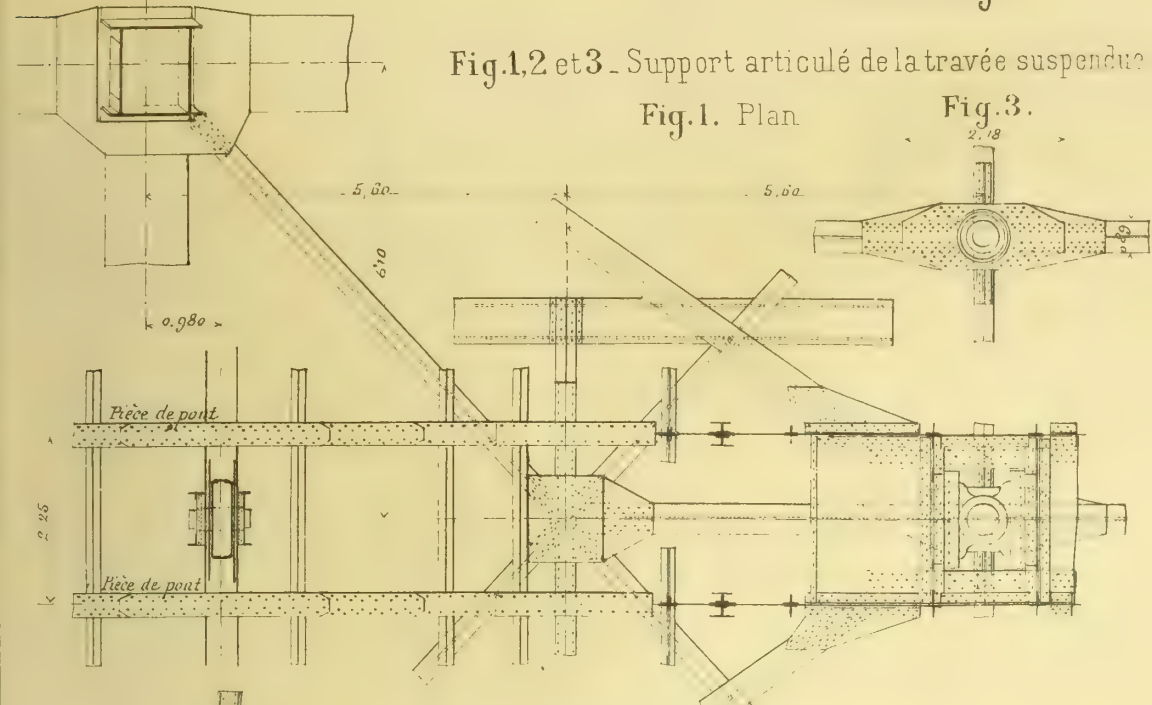


Fig.2. Coupe transversale

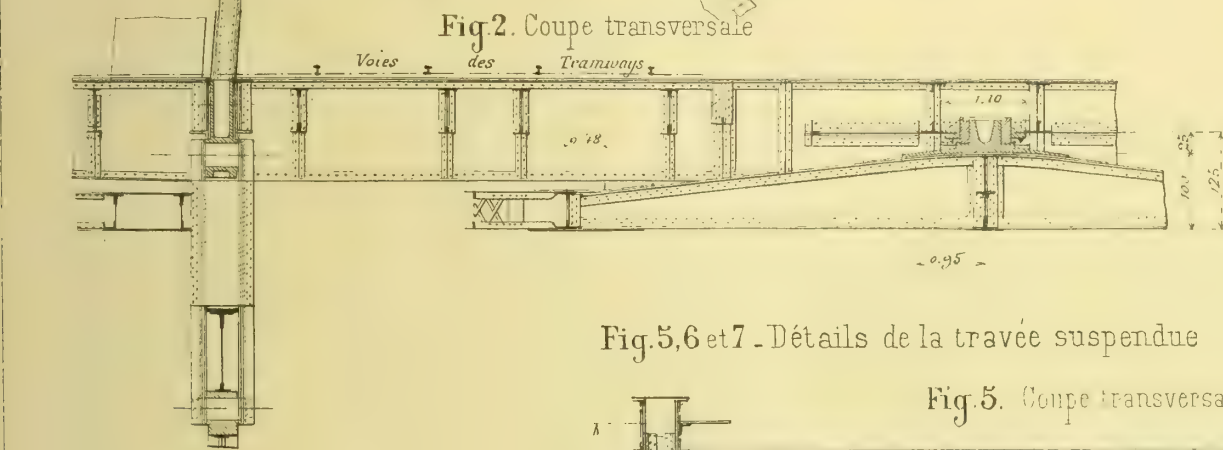


Fig.4. Connexion des câbles avec les poutres

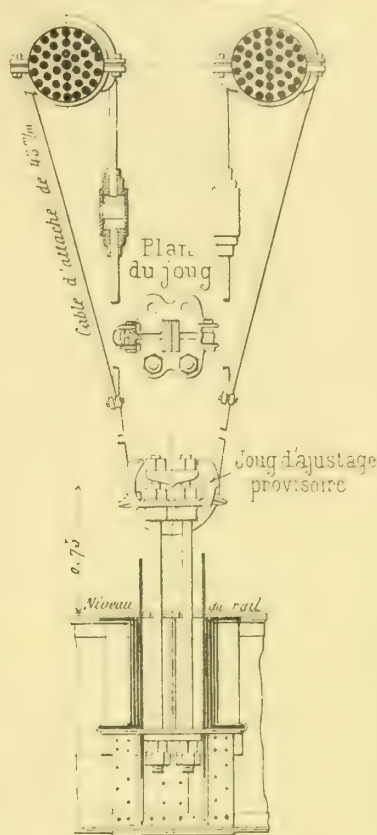


Fig.5,6 et 7 - Détails de la travée suspendue

Fig.5. Coupe transversale

Fig.6.

Vue d'un montant

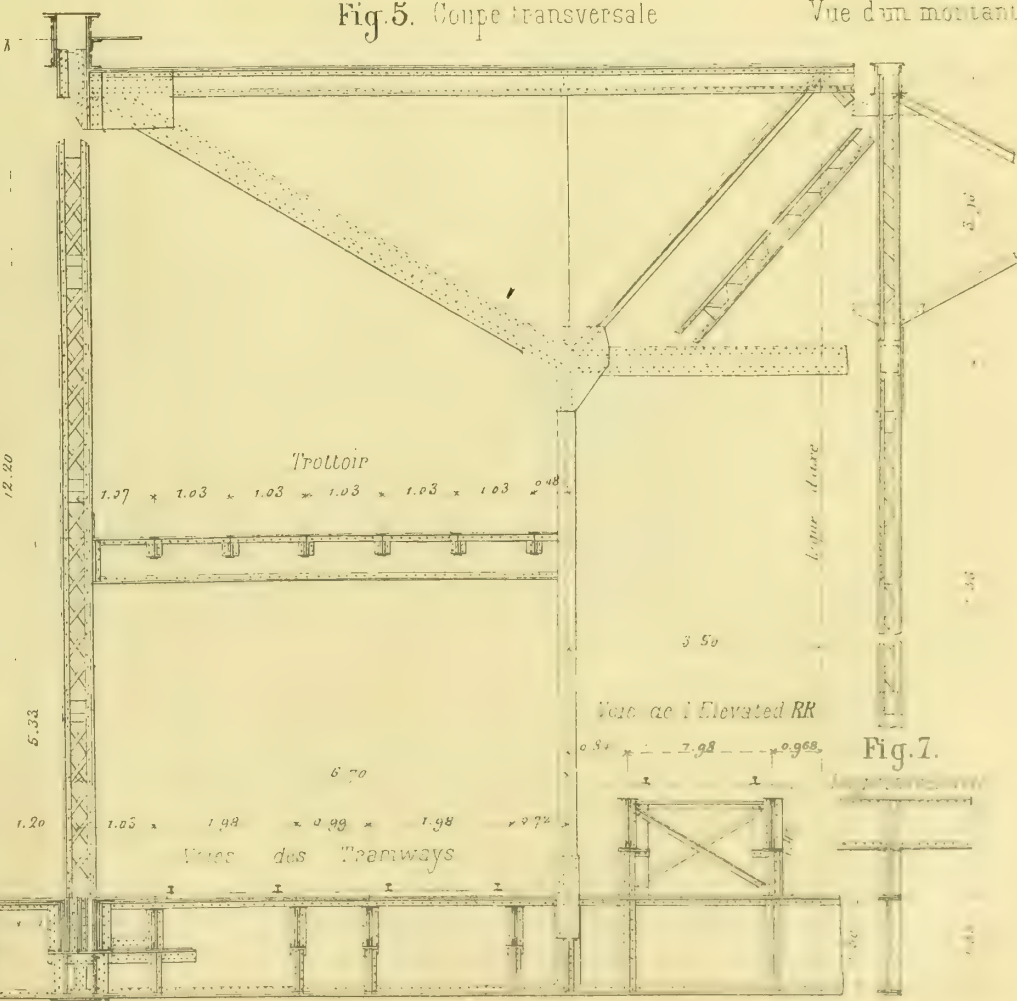


Fig.8. Viaduc d'approche

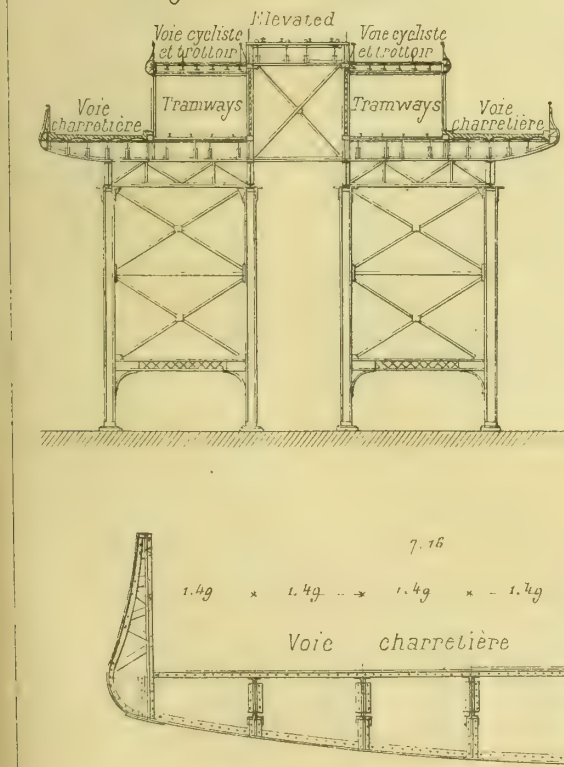


Fig.7.

posés en retrait d'environ 0^m91 dans le plan horizontal vers l'axe du pont pour laisser passer les arbalétriers inclinés des pylônes. Les membrures et les montants supérieurs sont spécialement renforcés dans ces parties.

Pour chaque pylône, le système de liaison avec la poutre suspendue est le suivant. Au-dessus de la voie charretière règne, outre les poutres principales en treillis qui forment les faces des pylônes, un système de poutres longitudinales et transversales. Les poutres principales transversales AA (fig. 5) (1) ont leur âme reliée à deux poutres longitudinales BB placées dans le même plan que celles de la travée de suspension; et celles-ci sont réunies aux pièces BB par des montants verticaux de 3^m 30 de longueur; ils portent à chaque extrémité des goussets qui embrassent des axes de 0^m25 perpendiculaires à l'axe de pont. Ces axes reposent sur des coussinets en acier fondu dont l'un est boulonné entre les plats qui se projettent au-dessous de la membrure inférieure de la poutre de travée correspondante, et l'autre au centre de l'âme de la poutre B.

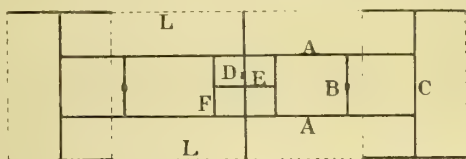


FIG. 5. — Plan schématique du système de support de la travée suspendue par les pylônes.

Les poutres transversales AA et les poutres à treillis extérieures LL sont réunies par une poutrelle D de 5^m 55 de hauteur à son centre, et qui est placée dans le même plan que l'axe du pont. Les membrures supérieure et inférieure affleurent celles des poutres AA et sont rivées sur elles. La membrure supérieure de la poutre D est recoupée en son centre par une transversale E de 11^m 25 de longueur qui repose elle-même sur des poutrelles longitudinales FF. Un coussinet en acier fondu, placé à l'intersection et au sommet des pièces D et E, forme un pivot vertical qui reçoit les efforts latéraux de la poutre de la travée de suspension. Les composantes des efforts horizontaux sont transmises du pivot à l'entretoisement du pylône, et la poutre suspendue est libre de prendre dans le sens latéral un mouvement sur les pivots.

A chaque bout de la travée de suspension, sont deux doubles pièces de pont, distantes de 2^m 25 et disposées symétriquement par rapport aux axes des pylônes; elles sont reliées en leur centre par une paire de pièces transversales et par des diaphragmes horizontaux. Au centre de chaque diaphragme est boulonné un coussinet d'acier alésé pour recevoir le pivot vertical de 0^m 45 établi à la croisée des poutres D et E.

Les figures 1, 2 et 3 de la planche XV, donnent en plan et en coupe transversale les détails du système de support articulé de la travée de suspension.

Le système de montage employé pour celle-ci est le suivant : une grue fixe dont la volée commandait trois panneaux à partir de la face extérieure du pylône était placée sur chacune des arcatures qui dominent les voies charretières. Elle permettait d'élever toutes les pièces de la travée en les prenant sur les voies d'approvisionnement établies entre les piles de fondation et autour de la culée nord.

On a tout d'abord monté le tablier de la partie de la travée de suspension située entre les arbalétriers des pylônes, et on l'a utilisé pour l'établissement de deux puissants treuils. Puis au moyen des grues roulantes dont il a été déjà question (fig. 4, 19 et 20), on a monté

trois panneaux du platelage et des membrures inférieures adjacents aux pylônes.

Ce platelage a reçu immédiatement une grue roulante en acier du poids de 80 tonnes (fig. 20); elle commandait toute la largeur trans-

versale entre les poutres principales, et trois panneaux de celles-ci dans le sens longitudinal, et pouvait lever des pièces de 28 tonnes. Elle servait à monter tout d'abord les membrures inférieures qu'on attachait aux câbles de suspension, puis les pièces de pont et les longerons, de manière à y poser la voie en avancement. On procéda de la sorte jusqu'à l'achèvement des membrures inférieures et du platelage (fig. 4).

Le plancher de la grue roulante portait en outre à ses quatre angles de petites chèvres en charpente qui permettaient d'élever et de placer les longerons et les autres petites

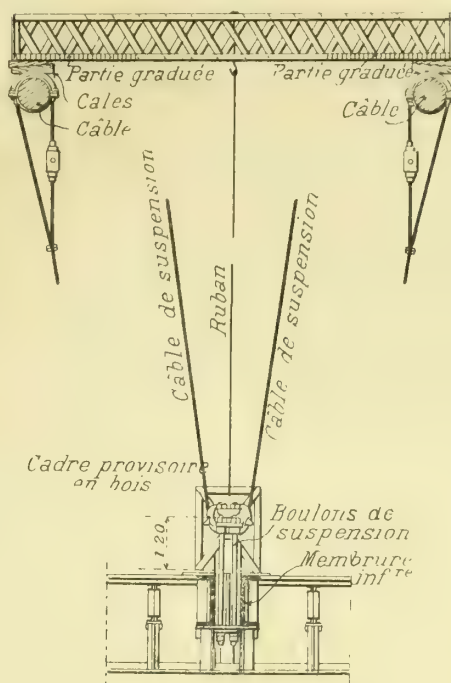


FIG. 7. — Réglage des câbles de suspension.

pièces. Lorsque le platelage eut été achevé entre les pylônes, ce qui demanda une quarantaine de jours pour la mise en place de 1 365 tonnes, on régla les câbles de suspension à leur longueur : puis on monta les âmes des poutres principales, les membrures supérieures,

et les poutres supérieures d'entretoisement; les opérations s'exécutant en marchant du centre des poutres vers les pylônes.

Le travail exigea 15 jours dans chaque sens pour le montage des 606 tonnes qui composent les pièces de pont, opération qui se fit en revenant du centre sur les pylônes, puis 12 jours furent consacrés à emmagasiner les pièces en marchant des pylônes vers le centre, et 20 autres pour le même objet, mais en marchant en sens contraire.

Ces deux voyages des grues roulantes suffirent à emmagasiner 1 127 tonnes de matériaux. Dans le cinquième voyage, elles permirent de monter les 1 679 tonnes que compor-

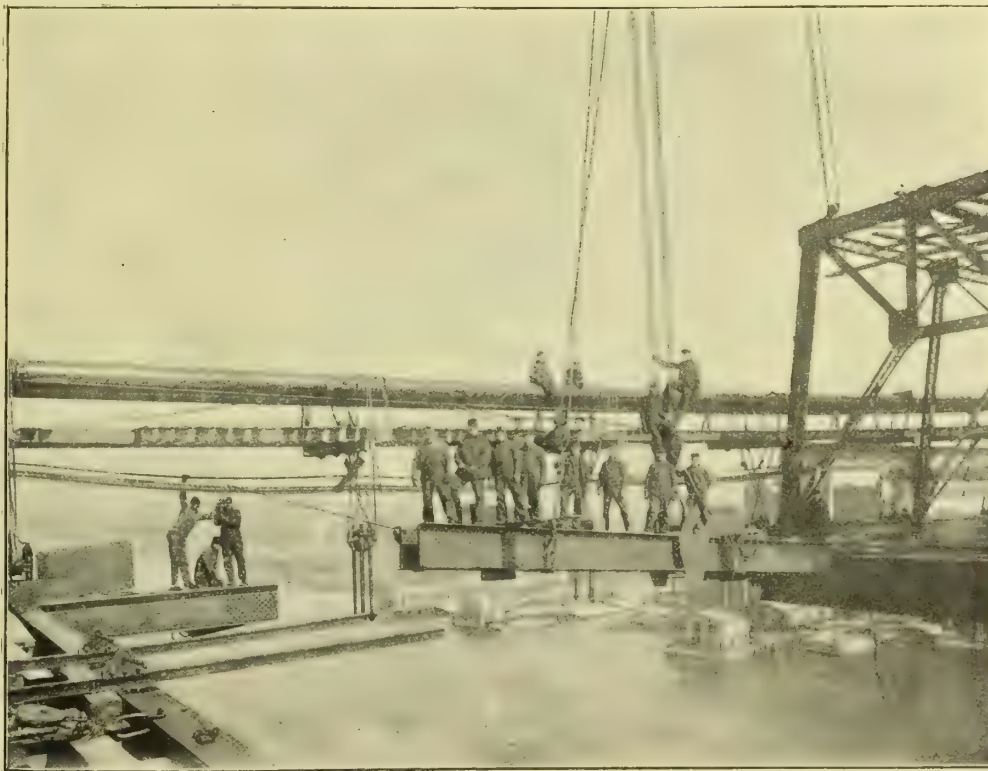


FIG. 6. — Junction des deux parties de la travée suspendue.

tent les demi-poutres de la travée. On procéda ensuite à la démolition des grues et à la peinture qui demanda 70 jours à 23 hommes. Pendant toutes les opérations, les grues principales étaient maintenues dans des positions symétriques par rapport au centre de la travée.

RÉGLAGE DES CÂBLES. — Après le quatrième voyage des grues roulantes, toutes les pièces étant approvisionnées et réparties, et avant de procéder au montage des poutres principales, les câbles avaient été établis dans la position correspondant à leur poids propre, position qu'ils devaient conserver après leur mise en charge. Pour les assurer

(1) Cette figure ne comprend que les poutres qui appartiennent aux pylônes; ceux de la poutre suspendue n'y sont pas représentés pour éviter la confusion.

dans cette position, il avait été nécessaire de régler les boulons de suspension, de manière à les faire travailler sous une charge uniforme, et à obtenir la régularité de l'arc de la poutre. On y parvint en manœuvrant les écrous jusqu'à ce que les distances verticales mesurées entre les axes des membrures supérieures et ceux des câbles aux différents points de suspension fussent égales aux longueurs calculées. Comme ces longueurs varient de 3^m 60 à 57 mètres et que les câbles sont inclinés et se trouvent dans des plans verticaux différents de ceux des poutres, ce réglage a rencontré de sérieuses difficultés.

On employait pour y parvenir le procédé suivant : une poutrelle légère en charpente à treillis, de 6^m 60 de longueur et de 0^m 75 de hauteur était posée en travers des paires de câbles et portait sur les fourrures d'où partent les suspentes (fig. 7). Les extrémités de la membrure inférieure étaient graduées de manière que les opérateurs placés sur chaque câble pussent les amener aux positions calculées, et centrer ainsi la poutre par rapport aux câbles. Au centre de la poutrelle était fixé un boulon à crochet réglable à l'aide d'un écrou et portant un fil de piano de 30 mètres de longueur; c'est de la base de ce dernier qu'on prenait les mesures jusqu'au point le plus bas, sur un cordeau en acier dans les panneaux voisins des pylônes. Lorsque la hauteur des câbles au-dessus de la membrure était inférieure à 30 mètres, le fil était remplacé par un ruban ordinaire d'acier qu'on fixait au crochet. On rachetait les différences de hauteur des câbles à l'aide de cales insérées sous chaque bout de la poutrelle. On disposait sur la membrure un cadre en charpente dont on repérait la distance au crochet, et on marquait d'un trait de peinture son niveau supérieur sur les deux câbles de suspension. On faisait ensuite les corrections relatives aux hauteurs des axes des câbles au-dessus du zéro du ruban, ainsi que diverses autres, et on calculait la différence dont il fallait relever ou abaisser les écrous des câbles de suspension, jusqu'à ce que le niveau supérieur de la membrure fût à la distance convenable des marques de peinture. Lorsqu'on achevait le montage de la poutre, on reprenait les mesures et on déterminait la flèche de la travée aussi exactement que possible avant de poser les derniers rivets.

Le prix de la travée de suspension mise en place s'est élevé à 5 620 000 francs; l'entrepreneur était la Pennsylvania Steel Co.

VIADUCS D'APPROCHE. — Les approches sur chaque rive comprennent tous les ouvrages situés entre les culées d'ancrage et l'origine du pont. Elles consistent sur une certaine longueur en remblais maintenus par des murs en maçonnerie, et sur la longueur restante, en viaducs métalliques (fig. 8 et 12, du texte, et fig. 8, pl. XV). On a également employé dans les parties où la hauteur n'était pas grande, un pylône unique au lieu des deux que représente la figure 8 (pl. XV). Le viaduc d'approche côté Brooklyn a 567 mètres, et celui côté New-York 792^m 25 de longueur.

L'entrepreneur de ces deux ouvrages était, comme pour la travée de suspension, la Pennsylvania Steel Co, pour le prix de 4 735 000 francs (Brooklyn) et de 7 320 000 francs (New-York), soit de 800 à 900 francs par mètre courant.

PAVAGES DES VIADUCS ET TABLIERS DES VOIES DU PONT. — Pour les parties en remblais qui précèdent les viaducs d'approche, les pavages sont posés sur une couche de béton; sur les viaducs, cette couche est supportée par des tôles embouties. Dans les travées de rives et la travée suspendue, le pavage est constitué par des cubes de bois créosotés, reposant sur des fers en U placés bord à bord et à joints étanches. Les voies pour piétons sont formées par des tôles ondulées portant une couche de béton; celle-ci est elle-même recouverte de mastic d'asphalte.

CONDITIONS EXIGÉES POUR LES ACIERS EMPLOYÉS. — Pièces courantes. — Nous donnons ci-dessous les conditions exigées tant pour la composition chimique que pour la résistance des aciers qui sont tous dus aux procédés Martin-Siemens.

Composition chimique de l'acier employé pour les pylônes et les travées.

	PYLONES ET TRAVÉES DE RIVES	TRAVÉE SUSPENDUE
Phosphore.	0,08 %	0,06 %
Soufre.	0,03 %	0,04 %
Manganèse.	0,50 %	0,80 %
Silicium.	0,10 %	0,35 %

Conditions de résistance des aciers employés.

	DANS LES PYLONES ET LES TRAVÉES DE RIVES			DANS LA TRAVÉE SUSPENDUE		
	CORNIERES, TOLES BOULONS D'ANCRAGE	AXES ET ROULEAUX	RIVETS	TOLES FRAISÉES	TOLES CISAILLÉES ET AXES	RIVETS
Résistance à la rupture.	42 à 47,6	47,6	33 à 40	42 à 47,6	42 à 47,6	37,8 à 42
Limites d'élasticité.	23	24,5	21	Au minimum la moitié des chiffres ci-dessus.		
Allongement %	20	17,0	25	22	20	23
Striction %	»	»	»	44	44	50

Toutes les pièces d'une épaisseur inférieure à 18 millimètres ont

été poinçonnées et alésées; au delà de cette épaisseur on n'a admis que le perçage après assemblage. Tout le rivetage a été exécuté mécaniquement, sauf dans quelques endroits où cela était matériellement impossible.

CÂBLES PRINCIPAUX ET PIÈCES DE SUSPENSION. — Ainsi qu'il a déjà été dit, les câbles ne portent que la travée centrale; les travées de rives en sont indépendantes et, dans les parties qui sont au-dessus d'elles, les câbles ne font office que d'organes de tension. Ces câbles sont au nombre de quatre, disposés à la même hauteur. Ils reposent sur les pylônes par l'intermédiaire de coussinets en acier fondu, de 5^m 70 de longueur

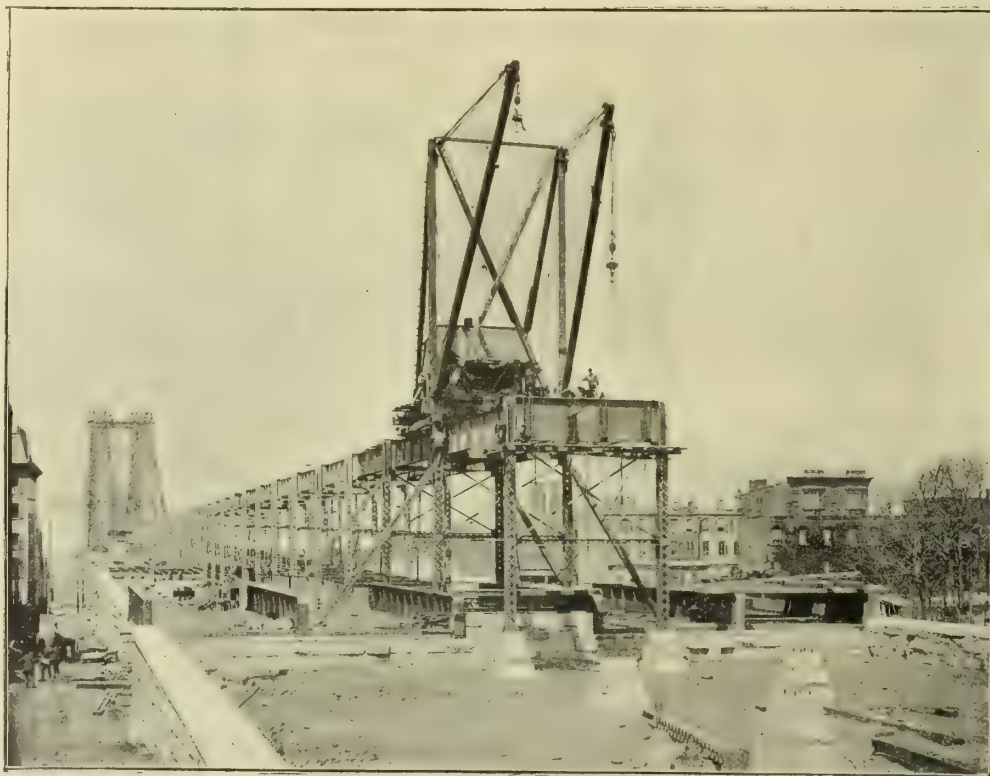


FIG. 8. — Viaduc d'approche, côté Brooklyn.

(fig. 9, 10 et 11), placés eux-mêmes sur des rouleaux qui leur permettent de prendre un déplacement longitudinal (fig. 13 et 14). Les fils sont ajustés suivant une courbe uniforme qui n'est autre que celle qu'ils prennent habituellement sous leur propre poids.

Chaque câble est constitué par 37 torons de fil d'acier n° 6 de la jauge de Rœbling (4^{mm} 87). Chaque toron comprend 208 fils, et le câble entier 7696. La disposition des torons est indiquée dans la figure 4 de la planche XV. Chaque toron est constitué en bouclant un fil continu sur deux sabots d'acier en fer à cheval fixés aux extrémités supérieures des chaînes d'ancrage; puis ces torons sont réunis entre eux et forment un câble cylindrique à l'aide de mâchoires qui portent les pièces de suspension. Entre ces mâchoires distantes de 6 mètres les unes des autres, les câbles sont recouverts par trois bandes de coton enduites

d'un mélange d'huile de lin et de vernis; ces bandes sont enfin protégées contre les intempéries par une couverture en tôle (fig. 15). Celle-ci se fit en deux parties demi-cylindriques: on a d'abord placé la partie inférieure, de manière à pouvoir verser le mélange de goudron de pin, de graphite et d'autres ingrédients destinés à combler les interstices entre les torons, puis on posa la partie supérieure qu'on boulonna sur la première. Les mâchoires sont elles-mêmes posées à recouvrement sur l'enveloppe en tôle, de manière à prévenir toute introduction d'humidité.

Le système de protection ainsi réalisé est très supérieur à celui des câbles du pont de Brooklyn où l'on avait employé dans le même but un enroulement de fils d'acier sur toute la longueur des câbles. On comptait que les changements de température détermineraient un écart moyen entre les fils, mais il en est advenu autrement; des crevasses se sont formées et laissent pénétrer l'eau dans l'intérieur des câbles que le remplissage a peine à défendre.

Dans ces conditions, chaque mâchoire serre en même temps le câble et porte les pièces de suspension; il y a autant de celles-ci que de panneaux dans la travée centrale. Ces suspentes ont 4^m35 de diamètre et sont formées de 7 torons et d'une âme en fil d'acier. La figure 4 de la planche XV donne les détails de leur connexion avec les poutres.

Le fil employé a dû répondre aux spécifications suivantes :

Composition chimique	Phosphore . . .	proportion minimum.	0,04 %.
	Soufre		0,03
	Manganèse		0,50
	Silicium		0,10
	Cuivre		0,02

Résistance minimum : 140 kilogr. par millimètre carré.

Allongement : 2 1/2 % sur 1^m50 et 5 % sur 0^m20.

On a obtenu aux essais des résistances maxima de 157^{kg}5.

Les fils devaient être fabriqués par longueur de 1200 mètres et les épissures devaient présenter 95 % de la résistance du fil propre. Chaque câble a donc été établi pour une résistance maximum de 24500 tonnes; la charge permanente que portent les quatre câbles n'est que de 13740 tonnes.

Construction et montage des câbles principaux. — La construction des câbles s'est effectuée à l'aide de deux plates-formes suspendues, placées respectivement de chaque côté de l'axe du pont, parallèles entre elles et distantes de 20^m10 d'axe en axe. Elles étaient en élévation, parallèles au profil vertical adopté pour les câbles. Entre les pylônes chacune d'elles comportait un double plancher : le plancher supérieur établi à 1^m20 environ au-dessous de la position des torons pendant leur formation, et le plancher inférieur établi exactement au-dessous de la position finale que devaient occuper les câbles après leur achèvement.

Les deux plates-formes étaient réunies de distance en distance par des passerelles de communication, et constituaient en fait de véritables ponts suspendus.

On amenait les fils sur des chalands jusqu'à l'emplacement du pont; ces fils qui, à la sortie des filières, avaient été trempés dans un bain d'huile de lin chaude pour éviter l'oxydation, étaient enroulés sur des tambours dont chacun contenait 24000 mètres de fil, pesant environ 4 tonnes; les fils avaient en moyenne 1050 mètres de longueur et étaient épissés à l'aide d'un manchon cylindrique à deux filetages intérieurs (fig. 16). On commençait par former les torons, puis on les plaçait dans les câbles. Chaque toron était achevé dans une position supérieure à celle qu'il devait occuper, et ensuite descendu à sa place définitive.

Pour constituer les torons, on établissait sur chaque ancrage un cadre en charpente à l'arrière et dans le prolongement du câble. Ce

cadre recevait quatre tambours disposés en tandem. Deux câbles sans fin, formant va-et-vient et disposés respectivement de chaque côté de l'axe du pont, transportaient les fils. Au droit des ancrages, ils passaient sur des poulies horizontales, et étaient guidés sur les pylônes par des poulies verticales. Une partie du câble porteur se trouvait directement au-dessus de chaque câble. Les poulies étaient fixées au premier en des points diamétralement opposés.

Pour commencer un toron, on tirait le câble porteur jusqu'à ce que l'axe des poulies arrivât sur un ancrage. L'extrémité du fil d'un des

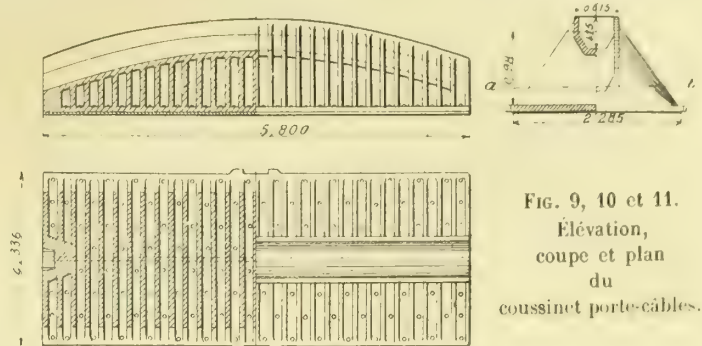


Fig. 9, 10 et 11.
Élévation,
coupe et plan
du
coussinet porte-câbles.

tambours était fixée à un sabot : ce dernier était lui-même fixé dans un plan horizontal à une pièce verticale clavetée sur la chaîne d'ancrage à environ 0^m50 de son extrémité. On laissait dérouler une longueur suffisante de fil qu'on passait sur la poulie porteuse du câble sans fin.

On opérait de la sorte à chaque ancrage. Puis on mettait en mouvement le câble porteur, et les poulies mobiles traversaient le pont dans deux directions opposées, l'une au-dessus de l'emplacement de chaque câble, l'autre portant une certaine quantité de fil, de manière à poser deux fils dans chaque toron. Quand les poulies atteignaient les ancrages opposés à leurs points de départ respectifs, on enlevait la longueur de fil restante et on l'enroulait autour des sabots, puis on plaçait une nouvelle longueur sur la poulie porteuse qui l'amenait à l'ancrage opposé, et l'on ajoutait ainsi deux fils au second toron de chaque câble.

On procéda de la même manière pour les 208 fils de chacun des torons; on tendait au maximum huit torons à la fois. Lorsqu'un tambour était entièrement déroulé, on épissait l'extrémité de son fil à celle du fil du tambour suivant et le travail recommençait.

Il y avait deux câbles porteurs, un de chaque côté de l'axe du pont. Avant de tendre les torons, on mettait en place le fil de guidage et on réglait sur lui le parallélisme des six ou huit premiers fils du toron; on l'enlevait ensuite et on réglait sur lui les autres fils à poser. Une fois terminé, le toron était délivré de ses attaches provisoires

à ses extrémités, dégagé de ses supports à l'aide de vérins à rochet et abaissé vers le pylône d'une quantité suffisante pour permettre de le relier d'une manière permanente aux chaînes d'ancrage. Il était également dégagé des poulies de support au-dessus des coussinets provisoires des pylônes, puis descendu à l'aide de vérins à vis et enfin établi dans sa position définitive sur le câble. Lorsque tous les torons d'un même câble avaient été ainsi posés, on supprimait leurs attaches provisoires et on donnait au câble sa forme cylindrique définitive, puis on mettait en place les mâchoires destinées à recevoir les suspentes; il ne restait plus alors qu'à le recouvrir et à l'armer.

Les entrepreneurs pour la fourniture et la construction des câbles sont MM. Th. John A. Roebling sons and Co, de Trenton, New-Jersey : le prix convenu était de 6995000 francs.

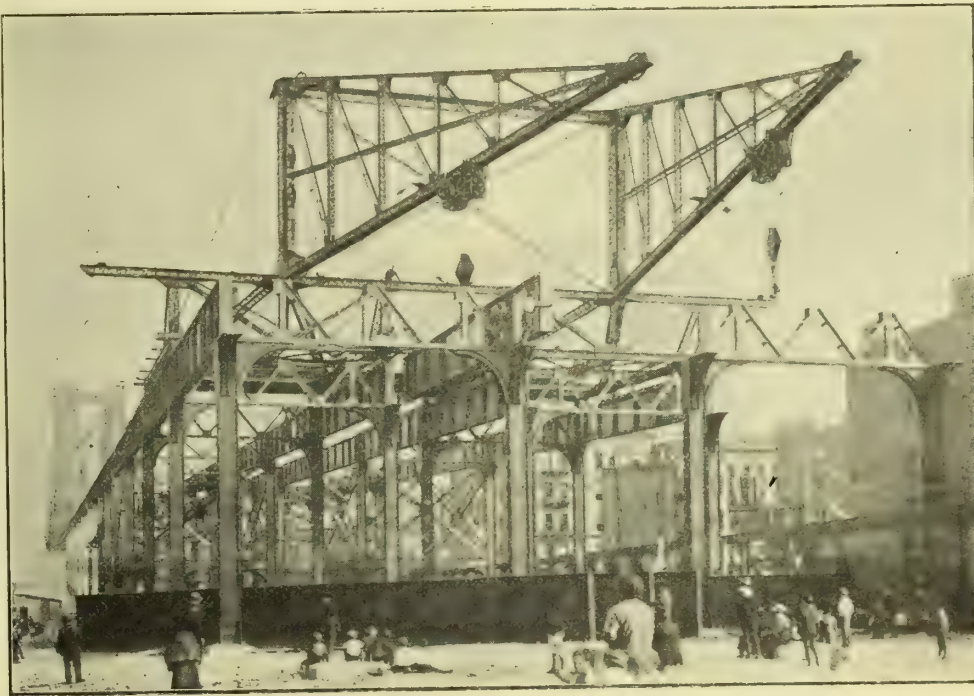


Fig. 12. — Viaduc d'approche, côté New-York.

Incendie du 10 novembre 1902. — On n'a eu à parer qu'à un seul accident sérieux dans la construction de ce grand ouvrage. Le 10 no-

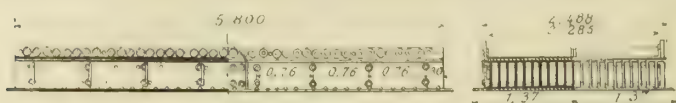


FIG. 13 et 14. — Élévation et coupe du socle porte-rouleaux.

vembre 1902, le feu prit à la plate-forme et dans les approvisionnements de matières fort combustibles employées pour le recouvrement des câbles qui étaient accumulées sur le pylône côté New-York. Deux

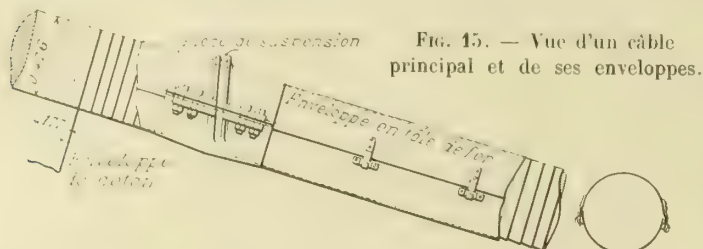


FIG. 15. — Vue d'un câble principal et de ses enveloppes.

câbles furent particulièrement atteints : les couvertures en tôle étaient disloquées, les bandes de coton étaient brûlées dans le voisinage des coussinets et les fils extérieurs étaient endommagés.

Une Commission d'Ingénieurs, nommée pour examiner les réparations à exécuter, constata que la résistance des fils atteints était tom-

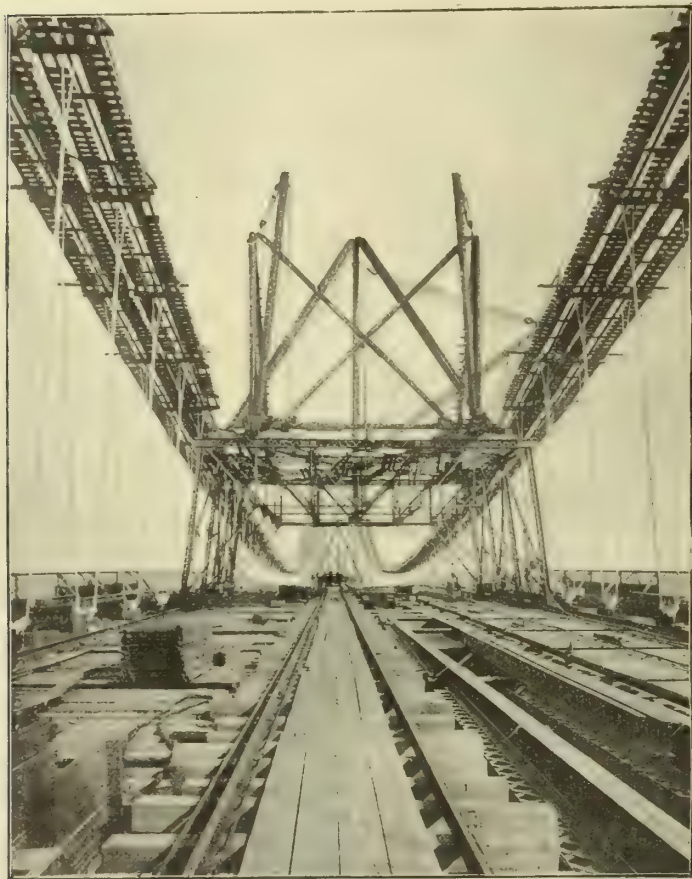


FIG. 19. — Vue du tablier de la travée suspendue et des grues de pose.

bée dans les cas les plus défavorables de 140 à 56-kilogr. par millimètre carré. La réduction moyenne était estimée à 49 %. Dans le câble du côté sud, on releva 200 fils détériorés dans la moitié supérieure et aucun dans l'autre; le câble suivant présentait 250 fils endommagés dans chaque moitié, et tous avaient, sous l'action de la chaleur, subi un allongement permanent qui les mettait hors de service.

Comme la tension des câbles n'est pas uniforme, mais présente son maximum au droit des coussinets, où s'était produit l'accident, on recommanda de remplacer tous les fils détériorés accessibles, c'est-à-dire ceux de la partie supérieure, par d'autres épissés sur ceux qui étaient demeurés intacts. On estima la réduction totale de la résistance, à celle qui aurait résulté de la destruction totale de 20 fils dans le premier câble et de 180 dans le second, ce qui correspond respectivement à 2 1/2 et à 6 1/2 %, mais comme les câbles présentaient un excès de résistance de 10 % sur celle qui avait été spécifiée, on estima qu'il y avait encore une marge plus que suffisante. Néan-

moins, on décida de rapporter respectivement à l'extérieur des deux câbles 20 et 200 nouveaux fils.

Réparation des câbles. — On procéda de la manière suivante : on enleva les tôles de recouvrement sur 9 mètres environ de longueur

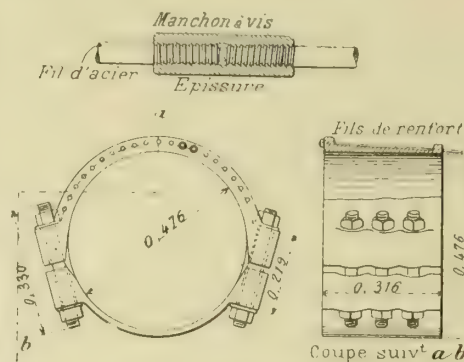


FIG. 16, 17 et 18. — Épissure et manchon d'attache des fils de renforcement.

de chaque côté des coussinets et jusqu'au point d'attache de la première suspension. Puis on établit des plates-formes pour permettre la visite permanente faite par les inspecteurs et les ouvriers. Ces plates-formes étaient fermées par des cloisons en tôle percées de fenêtres, et leur plancher était muni de tasseaux pour éviter les glissades. On

gratta avec soin les fils et on coupa ceux qui étaient détériorés. Les bouts des parties demeurées bonnes furent filetés, et on les réunit à de nouveaux fils par des manchons à double filet, comme ceux qui avaient déjà servi



FIG. 20. — Grue roulante de 28 tonnes.

pour la jonction des fils primitifs (fig. 16). On estime que ces jonctions présentent 95 % de la résistance des fils proprement dits.

L'addition de nouveaux fils s'exécutait très simplement à l'aide de colliers à brides (fig. 17 et 18) : on fixait ces colliers sur le câble et on passait les fils dans la bride en maintenant leurs têtes par des écrous. L'un de ces colliers a été fixé sur le câble principal, près du premier câble de suspension, et on y passa les 20 fils dont nous avons parlé, en les faisant passer au-dessus du coussinet et en les tendant à l'aide d'un palan à main. Puis on les coupa à la longueur convenable, on fileta leurs extrémités, et on les passa dans un second collier placé de l'autre côté du coussinet et on leur donna à nouveau la tension nécessaire à l'aide des écrous de serrage.

Lorsqu'on en eut fini avec les 20 fils, on posa sur eux deux nouveaux manchons en tôle pour les amener au contact des anciens torons, puis on donna des couches de peinture avec le composé dont nous avons parlé. La pose des 200 fils sur l'autre câble se fit de la même manière.

MATÉRIAUX EMPLOYÉS. — On évalue approximativement comme suit les quantités de matériaux employés dans les diverses parties du pont :

Pylônes principaux (3 048 tonnes chacun) . . . tonnes.	6 096
Travées de rives	6 140
Approche, côté Brooklyn	6 085
Approche, côté New-York	10 550
Travée suspendue	7 772
Câbles et pièces de suspension	5 000
Ancrages	3 100
Béton mètres cubes.	45 000
Maçonnerie de pierres	97 500
Terrassements	95 000

PROGRESSION GÉNÉRALE DES TRAVAUX. — Elle se résume comme suit :

	COMMENCEMENT	FIN
Culée d'ancrage, côté New-York	13 octobre 1897	28 juin 1900
Culée d'ancrage, côté Brooklyn	27 octobre 1897	29 décembre 1899
Fondations des piles	7 novembre 1896	septembre 1898
Construction des pylônes et des travées de rives	24 février 1899	1 ^{er} mai 1901
Construction de la travée suspendue	8 mai 1901	7 décembre 1903
Approches, côté Brooklyn	7 décembre 1900	novembre 1903
Construction des câbles	29 novembre 1901	août 1902

La dépense totale, non compris celle des expropriations de terrains, a atteint environ 55 millions de francs.

La direction supérieure de la construction du pont de Williamsburg a été exercée d'abord par un comité de six membres, de juin 1895 au 1^{er} janvier 1902 et, à partir de cette date, par le Commissaire des Ponts de l'État de New-York, M. Gustave Lindenthal. M. Buck en a été l'Ingénieur en chef de 1895 au 1^{er} mai 1902, époque à laquelle il a pris les fonctions d'Ingénieur-Conseil. L'Ingénieur, directeur des travaux, a été M. O. F. Nichols, de l'origine jusqu'au 1^{er} juillet 1903, date à laquelle il a été remplacé par M. H. D. Robinson.

G. RICHOU,
Ingénieur des Arts et Manufactures.

MINES

LE REMBLAYAGE PAR L'EAU DANS LES MINES

(Suite et fin¹.)

Comme quatrième exemple, nous signalerons le puits Arnold, des « Borsig-Werke », dans lequel il faut surtout noter les dispositions d'arrivée de l'eau dans l'entonnoir, afin d'obtenir un mélange parfait.

laire *b* où arrive l'eau. Dans l'un et l'autre cas, l'eau arrive à l'état très divisé sur les matériaux solides, et il se produit un délayage parfait du sable avant son passage à travers la grille.

A la fosse Salzer et Neuack, des Aciéries Krupp, à Essen, le mélange se fait au fond, et l'entonnoir est installé à la tête d'un faux puits. N'ayant pas ici de carrière de sable à proximité, on se sert de scories d'une grosseur inférieure à 80 millimètres et de schistes de lavage de moins de 30 millimètres. Le tout est amené par wagonnets et deux culbuteurs déversent les remblais dans l'entonnoir. Celui-ci est fermé par une grille carrée de 2 mètres de côté, dont les barreaux sont distants de 50 millimètres. L'eau arrive d'un bassin souterrain placé à proximité de la station de chargement.

Telle qu'elle est organisée actuellement, cette installation, représentée par la figure 13, permet de décharger 90 wagonnets à l'heure. La proportion d'eau employée est aussi de 2 mètres cubes pour 1 mètre cube de matériaux solides.

Les boues sont descendues par une canalisation de 60 mètres, puis elles circulent horizontalement et remontent, enfin, d'une hauteur de 30 mètres, pour arriver au haut des tailles. L'exploitation se fait en tailles par piliers longs. La figure 14 donne le détail de l'installation de remblayage et montre comment on procède au dépilage.

On évalue ici le prix de revient du procédé à 1 fr. 25 par tonne, y compris l'amortissement de la tuyauterie et les frais supplémentaires d'épuisement d'eau; le remblayage à la main revenait à 2 fr. 10. Ce prix relativement élevé est dû aux conditions de l'exploitation, notamment au trajet de 1 000 mètres, au fond, qu'ont à faire les matériaux.

Nous citerons, enfin, la fosse Concordia, à Donnersmark-Hütte. On se sert, dans cette exploitation, des laitiers des hauts fourneaux situés à proximité de la fosse. Ces laitiers arrivent directement à l'entonnoir de mélange par une noria. On emploie 1 mètre cube d'eau par mètre cube de remblai. Le remblayage est excellent; toutefois, par suite de la porosité des matériaux, la prise complète de la boue en masse compacte dure quelquefois trois à quatre semaines, et se fait en produisant de légers tassements. Il faut encore s'assurer, lorsqu'on em-

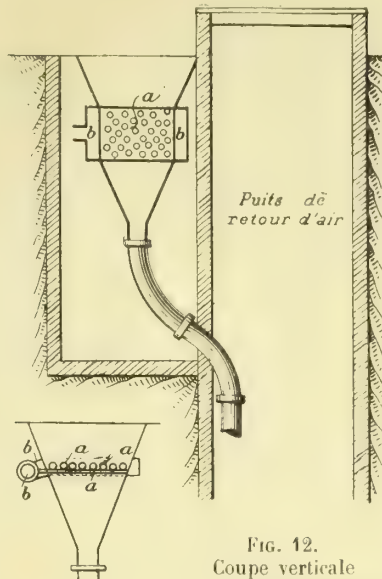


Fig. 11. Entonnoir du puits Arnold.

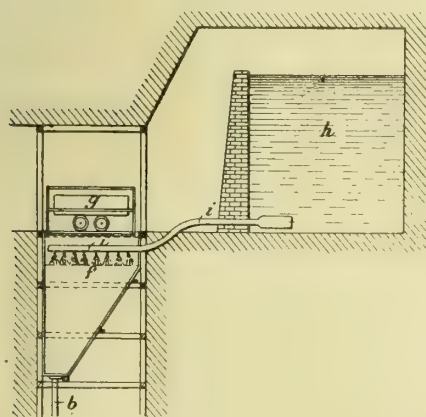


Fig. 13. — Coupe verticale de l'installation à la fosse Salzer et Neuack, des Aciéries Krupp.

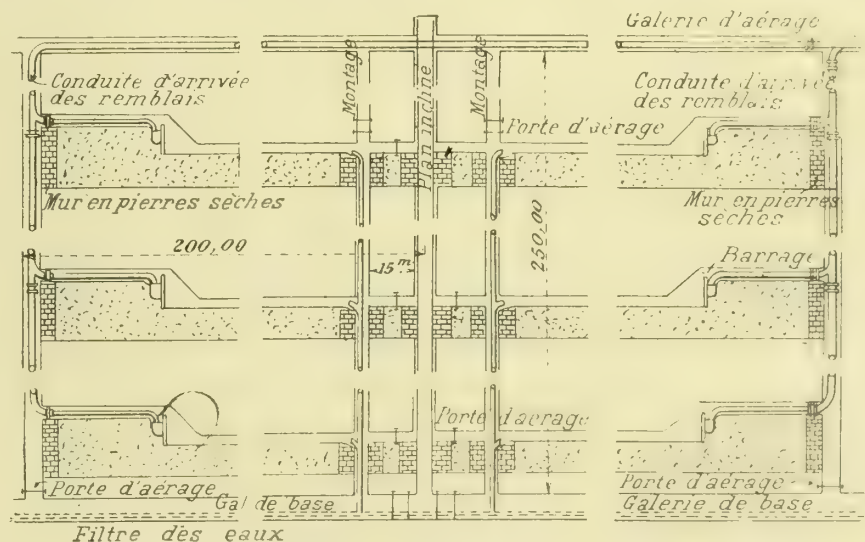


Fig. 14. — Remblayage des chantiers, à la fosse Salzer et Neuack.

Deux systèmes ont été mis en pratique : dans le premier (fig. 11), la grille de l'entonnoir est formée de deux rangées *a* et *b* de tuyaux superposés, placés perpendiculairement, et percés d'orifices multiples de 2 millimètres de diamètre, par lesquels arrive l'eau. Dans la deuxième (fig. 12), l'entonnoir porte, en son milieu, une partie cylindrique perforée *a* autour de laquelle est placé un réservoir circu-

ploie les laitiers frais, que l'aérage des chantiers est parfait et la ventilation énergique, car on a constaté que souvent les laitiers trop frais dégagent des gaz qui peuvent gravement incommoder les ouvriers.

CONDITIONS GÉNÉRALES DU REMBLAYAGE PAR L'EAU. — En général, toutes les matières facilement entraînées par l'eau peuvent être employées; celles qui donnent les meilleurs rendements sont le sable et le gravier, mais les cendres, déchets de laveries, scories, mâche-

(1) Voir le *Génie Civil*, t. XLV, n° 13, p. 215.

fers, laitiers de hauts fourneaux, etc., sont aptes à donner de très bons résultats. Nous avons déjà signalé les inconvénients des matériaux argileux.

Dans une application en grand du procédé il convient de remplacer le chargement à la main par des procédés mécaniques. En Haute-Silésie, on se sert actuellement de dragues puissantes, capables d'extraire en une heure 60 mètres cubes d'argile ou 400 mètres cubes de sable. Dans le cas de l'argile, les godets de la machine sont munis de dents en acier qui brisent les terres en menus morceaux.

On substitue aussi le trainage mécanique au roulage ordinaire. A Borsig, le service se fait avec de grands wagons se déchargeant par le fond. A Myslowitz, on a remplacé les anciens wagonnets cubant deux tiers de mètre cube par des wagons de 2 mètres cubes. On peut citer comme type cette exploitation, dans laquelle une équipe de vingt-cinq hommes de jour, et dix-huit de nuit, envoie couramment 1 000 à 1 200 mètres cubes par jour dans la fosse.

En ce qui concerne les canalisations, il est bon d'avoir des tuyaux en acier de 6 à 8 millimètres d'épaisseur, de renforcer tous les coudes qui fatiguent beaucoup, et qui durent trois à quatre mois; enfin de placer les canalisations sur le sol des galeries. On peut encore recommander de ne pas faire deux opérations de remblayage simultanément avec la même canalisation, car la perte de charge résultant du partage des eaux d'embouage risquerait d'amener des engorgements. Pour le même motif on évite les canalisations à faible section et l'on préfère actuellement les tuyaux de 205 millimètres de diamètre à ceux de 165 millimètres primitivement adoptés. Les rayons des coudes varient de 60 centimètres à 2^m 50. On fractionne, autant que possible, les tuyaux aux endroits les plus exposés pour pouvoir en cas d'accident remplacer rapidement la partie endommagée. Lorsque des branchements sont nécessaires, il est indispensable de les munir de vannes de direction et de bien purger la conduite à l'eau pure, avant de faire fonctionner la vanne. On substitue aux vannes, assez délicates, des raccords démontables (fig. 15). Veut-on remblayer par la conduite en ligne droite, on raccorde avec un bout droit *d*; veut-on, au contraire, procéder à une opération dans les chantiers de gauche, on raccorde par un bout courbe *c*.

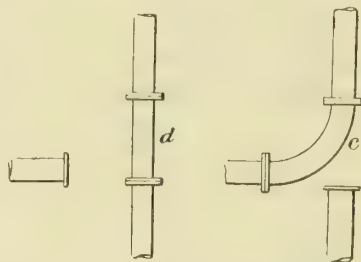


FIG. 15. — Raccords démontables.

D'après l'expérience acquise à Myslowitz, les premiers tubes mis en service ont duré dix-huit mois avec deux retournements. On les a ensuite démontés et replacés comme colonne d'exhaure, où l'usure est minime. En résumé, sur 7 000 mètres de tuyauterie, on a dû en retirer 340 mètres pendant les dix-huit mois de marche, et durant ce temps 400 à 500 000 mètres cubes de remblais ont été descendus au fond. On essaie actuellement, à Myslowitz, des tuyaux « Mannesmann » en acier très dur; à Ferdinand, on emploie des tuyaux dont un côté est renforcé.

La circulation dans les tuyaux horizontaux dépend naturellement de la hauteur de chute et de la nature des matériaux. A Myslowitz, avec une chute variant de 90 mètres à 130 mètres, le parcours horizontal atteint facilement 500 à 600 mètres, et l'on envoie par jour 1 200 mètres cubes de remblais dans les chantiers. A la fosse Hedwigs-wunsch, où le sable est de qualité remarquable, on est arrivé, avec 200 mètres de chute, à porter la longueur des conduites horizontales à 1 000 mètres. On compte même arriver à envoyer 2 700 mètres cubes dans la mine par journée de dix heures, et atteindre le chiffre considérable de 5 400 mètres cubes par double poste, ce qui correspondrait, étant donnée la densité de la houille, à une extraction journalière de 7 000 tonnes de charbon, tout en franchissant une distance horizontale de 2 000 mètres.

Certaines exploitations (Salzer, Krupp, à Essen) ont, au fond, des canalisations remontantes. Cette disposition, cause d'engorgements fréquents, n'est pas à recommander, à moins d'une qualité exceptionnelle des matériaux.

Les barrages doivent être installés avant la mise en marche du remblayage d'une chambre, pour fermer l'accès des galeries.

Ces barrages sont constitués par des bois empilés horizontalement; les joints sont bouchés par des mottes de gazon, du foin, de la paille, du fumier, des branches de sapin, des copeaux, etc.; qui servent en même temps de filtre aux eaux d'écoulement. Après le remblayage, les bois sont retirés et servent pour une nouvelle opération; dans certains cas, les mêmes bois servent jusqu'à six fois. Lorsque les couches sont absolument horizontales, et que le remblayage complet est long et difficile, on emploie avec succès le système des doubles barrages, en usage en Moravie.

Effets du remblayage par l'eau, à la surface et au fond. — Cette question qui, pour certains sièges récents, ayant une période très longue

de production devant eux, ne présente qu'un intérêt secondaire, peut, au contraire, avoir une importance capitale, dans des exploitations dont l'avenir paraît limité. L'absence de tassements (tandis qu'avec le meilleur remblayage à la main le tassement d'un tiers ou d'un quart est inévitable) permet d'extraire toute la houille sans laisser de massifs de protection. Dans le cas de couches puissantes, comme celles de la Haute-Silésie, qu'on exploitait autrefois par foudroyage, on perdait souvent de 5 à 50 % du charbon, qu'on devait laisser comme piliers de protection.

Le dépilage total est encore avantageux en ce qu'il permet une grande concentration des chantiers, supprime les longues galeries de traçage préparatoires, et diminue ainsi considérablement les risques d'incendie.

Un exemple frappant de ces conditions se trouve à la fosse Florentine, à Hubertur-Hütte, dans laquelle on entrevoyait déjà la fin prochaine de l'exploitation. Avec la mise en pratique de la nouvelle méthode, il va être possible d'attaquer d'énormes massifs de protection, laissés intacts jusqu'à ce jour, qui assureront encore vingt ans de travail. De même pour le siège de la Trinité, à Ostrau. Un autre avantage à signaler est celui de l'exploitation parfaite des couches puissantes, exploitées en plusieurs étages, car, ici, on peut passer de l'abatage d'un étage à celui de l'étage supérieur sans aucune difficulté, puisqu'on travaille sur un terrain absolument compact. Le remplissage parfait des vides évite souvent aussi les venues d'eau au toit, de même que le grisou.

Le dépôt et l'assèchement des remblais se font très rapidement avec les matériaux sablonneux; ils se font encore bien, quoique un peu plus lentement, avec les marnes et les argiles, quand on a employé celles-ci sans délayage préalable. Dans le cas de marnes diluées, l'assèchement se fait au contraire beaucoup moins bien et moins vite; les fines particules d'argile, en suspension dans l'eau, obstruent petit à petit tous les orifices, et l'eau encore boueuse finit par s'écouler à la partie supérieure du barrage.

Pour des eaux relativement peu limpides, les pompes centrifuges semblent le mieux convenir. On en cite, en Haute-Silésie, qui élèvent jusqu'à 7 mètres cubes d'eau par minute, à 300 mètres de hauteur. Il est curieux de remarquer que les ailettes s'usent peu, et que c'est la carcasse extérieure de l'appareil qui se détériore le plus rapidement. Dans une installation bien comprise, il est bon de coupler deux pompes, dont une de réserve, sur la même dynamo.

La cohésion des remblais est très considérable; il est facile de s'en rendre compte lors du dépilage d'un pilier, à proximité d'un remblai, car, même si ce dernier est formé de matériaux sablonneux, les éboulements partiels sont insignifiants et, dans le cas de matériaux argileux, on a vu des fronts de 60 mètres de longueur se tenir parfaitement sans montrer trace d'éboulement.

En ce qui concerne les accidents, les résultats obtenus sont tout à l'avantage de la nouvelle méthode. Ainsi, à Myslowitz, en 1900-1901, dernière année avant l'application du remblayage à l'eau, on eut 5 hommes tués, 11 blessés grièvement et 16 blessés légèrement par suite d'éboulements, soit, sur 1 000 ouvriers: 3,4 morts, 7,6 blessés grièvement et 11,1 blessés légèrement. En 1901-1902, la méthode a fonctionné durant les deux tiers de l'année; le chiffre total des blessures n'a été que de 12, et toutes sans gravité.

A la fosse Ferdinand, dans laquelle le travail est actuellement concentré sur des chantiers où la couche subit de très fortes pressions, il n'y a eu aucun accident par éboulement depuis neuf mois. Il en est de même à peu près partout.

DÉPENSES D'ÉTABLISSEMENT ET D'EXPLOITATION. — Voici les chiffres établis par M. Villiger pour une production de 324 000 tonnes à la fosse Myslowitz :

Frais d'installation.	
Tuyaux.	Marks 42 590
Pose des tuyaux.	3 180
Travaux de forge.	2 980
Installation au jour.	5 600
Machine d'exhaure.	100 000
Drague à godets.	35 000
Wagons.	3 000
Total.	Marks 192 350

En ce qui concerne les frais annuels d'exploitation de la méthode ils s'élevaient à :

Usure de la canalisation, supposée complète en un an.	Marks 48 750
Amortissement du reste de l'installation.	12 000
Galeries (construction de 300 barrages)	240
Main-d'œuvre, à 40 marks par barrage.	12 000
Bois (resservant six fois)	2 000
2 surveillants.	2 000
4 chevaux.	6 000
Main-d'œuvre pour le service des wagonnets.	9 600
Exhaure (560 000 mètres cubes à 2,23 pfennigs)	12 490
Dépréciation du gisement de sable.	2 000
Drague (2 mécaniciens, 2 400; 2 chauffeurs, 1 600; charbon 6 000)	10 000
Entretien et graissage.	2 000
Réparations.	3 000
Total.	Marks 122 080

Mais, d'autre part, les économies suivantes avaient été réalisées :

Économie sur la main-d'œuvre	Marks	37 260
— sur les bois de mine		25 920
Total	Marks	63 180

La dépense réelle n'est donc que de 58 900 marks, ce qui représente environ 20 pfennigs par tonne. Une nouvelle estimation, portant sur une extraction de 484 000 tonnes, a donné comme prix supplémentaire du remblayage sensiblement ce même prix de 20 pfennigs. L'ancien remblayage à la main revenait à 1,20 mark.

Au puits Ferdinand, on arrive sensiblement au même résultat. Ici la dépense brute atteint 60 pfennigs par tonne, mais les économies étant de 40 pfennigs, on arrive au même chiffre net de 20 pfennigs.

A Essen, le prix a atteint 0,80 mark par tonne, non compris les dépenses de tuyauterie et d'exhaure. En les évaluant à environ 30 pfennigs par tonne, on arrive au prix de 1 à 1,10 mark; l'ancien remblayage revenait à 1,65 mark. La différence du prix de revient à Essen et en Silésie, provient surtout du prix du roulage souterrain des remblais, en usage à Essen.

Les conditions d'emploi que nous venons de passer en revue fixent pour les Ingénieurs les cas où il sera économique et avantageux d'introduire la méthode dans leurs exploitations.

Il est évident que certains bassins houillers ne se prêtent pas utilement ou économiquement à son emploi. C'est ainsi qu'après étude, les exploitants du bassin de Westphalie n'ont pas conclu en sa faveur, les avantages qu'il procure étant déjà obtenus par d'autres voies. Il n'en est pas moins incontestable que, pour les couches puissantes, ou à faible inclinaison, et en admettant que le remblai soit disponible en abondance, soit par sa proximité, soit au moyen de tarifs réduits de transport, ce procédé rend les plus grands services, et que dans tous les cas il assure remarquablement la sécurité des mineurs.

H. SCHMERBER,
Ingenieur des Arts et Manufactures.

HYDRAULIQUE

JAUGEAGE DES CONDUITES D'EAU EN SERVICE

Tandis que le jaugeage des cours d'eau peut être facilement effectué à l'aide de différentes méthodes (flotteurs, moulinets, etc.), celui des conduites fermées est rendu presque impossible par le manque d'instruments permettant de relever exactement, et à tout moment, le rendement de la conduite en un point donné.

M. Krir, conducteur du Service municipal des canaux de la ville de Paris, vient de combler cette lacune en faisant construire, sur les indications de M. Mesnager, Ingénieur du même service, un appareil qui pourra être de la plus grande utilité aux municipalités dotées d'un système de distribution d'eau.

Cet appareil (1) comprend deux parties distinctes reliées entre elles au moyen de deux tubes en plomb : la première comporte un tube de Pitot, transformé spécialement en vue de son introduction dans une tubulure, et un robinet de 0^m 10 en service sur la conduite à jauger ; la seconde est constituée par une balance enregistreur des pressions transmises par le tube Pitot et transformées en vitesses.

On sait que l'appareil de Pitot, imaginé en 1732, comprend deux tubes verticaux : l'un ouvrant directement dans l'eau et donnant le niveau même du courant, l'autre portant un ajutage horizontal opposé au courant dont il indique la pression. Perfectionné d'abord par Darcy, il a été ensuite modifié par M. Ritter qui l'a rendu portatif et facilement utilisable pour les jaugeages en petites sections. L'appareil Pitot-Ritter (fig. 1) comprend deux tubes de verre *a* de 0^m25 de longueur et de 0^m006 de diamètre intérieur, fixés sur une règle de bois divisée *b*. Un tube de caoutchouc *c*, reliant ces deux tubes, constitue la chambre supérieure du manomètre; aux extrémités inférieures sont adaptés les tubes de transmission *e*. Un étui en cuivre *f* protège le manomètre qui peut y glisser à frottement et en sortir de la longueur nécessaire pour la lecture des deux colonnes.

La communication entre le manomètre et les ajutages est établie par des tubes en caoutchouc, dont chacun est pourvu d'une pince de serrage *g* qui permet de fermer le tube lors de l'amorçage, ou d'en diminuer la section si l'on veut modérer les oscillations du manomètre. Une tige de cuivre *h* supporte, en haut le manomètre, en bas les ajutages *i*; cette tige est graduée et un curseur indique les profondeurs successives d'immersion des ajutages.

Les portions horizontale et verticale du tube de chaque ajutage sont séparées par une petite chambre *j* disposée de façon que dès qu'elle est remplie d'eau, une bulle d'air qui pénétrerait par l'ajutage irait se loger au sommet de la chambre sans pouvoir s'engager dans la

colonne verticale du tube de transmission. L'instrument amorcé peut être transporté hors de l'eau sans que ses indications cessent d'être exactes : il est à amorçage permanent.

C'est cet instrument que M. Mesnager a fait transformer encore une fois par M. Krir pour l'adapter au jaugeage des conduites fermées.

Dans des expériences préalables de jaugeages, pratiquées sur l'aqueduc dit de ceinture, M. Krir constata : 1° que les indications fournies par son appareil sont indépendantes de la dimension des orifices des deux tubes ; 2° que le retour d'équerre des ajutages de la pression directe et du tube statique peut, sans inconvénient, être ramené à des dimensions suffisamment petites pour les faire passer par un robinet de 0^m10 ; 3° que l'instrument donne, sans coefficient, la valeur $\frac{V^2}{2g}$ de la charge. Il

en est d'ailleurs de même pour le Pitot-Darcy, modifié par M. Ritter, qui, n'exigeant plus de tarage, grâce à l'ajutage statique, donne directement et sans coefficient de correction la hauteur $\frac{V^2}{2g}$.

L'appareil imaginé par M. Mesnager se compose (fig. 2) de deux tubes en cuivre *a* et *b* de 0^m 008 de diamètre intérieur avec leurs retours d'équerre. Le tube *a* présente à son extrémité une ouverture *m* à bords amincis; le tube *b*, dont l'extrémité est fermée, porte en *c*, sous

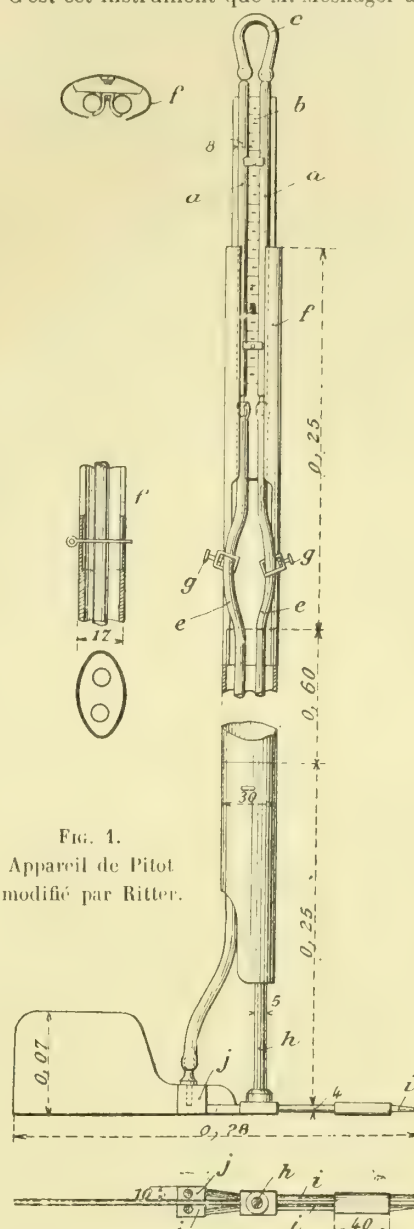


FIG. 1.
Appareil de Pitot
modifié par Ritter.

la génératrice inférieure, une ouverture munie d'un manchon qui a pour effet de redresser les filets liquides au droit de l'orifice. Ces deux tubes, rendus solidaires au moyen de plomb coulé, sont renfermés dans un troisième tube en laiton *t*, de 0^m 03 de diamètre.

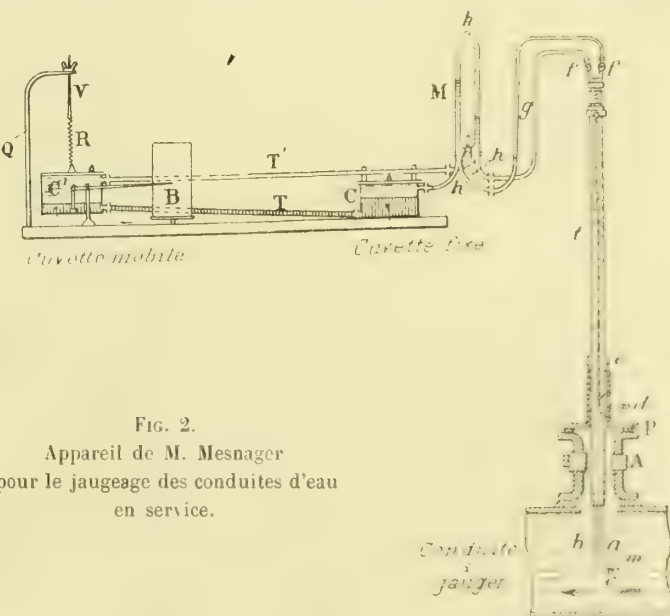


FIG. 2.
Appareil de M. Mesnager
pour le jaugeage des conduites d'eau
en service.

Tout le système est introduit dans un presse-étoupe *e* fixé sur une plaque *P* reposant sur la collerette d'un robinet *A* de 0^m 10 de diamètre; un petit treuil à main *d* et une vis de pression permettent.

(1) M. FEUGÈRES, *Portefeuille économique des Machines* (avril 1904).

après introduction du tube dans le manchon du robinet, de le maintenir en place au point précis où doit être faite l'opération.

Deux robinets d'arrêt *f*, fixés par un barillet soudé à la partie supérieure des tubes, portent les raccords de jonction *g* des deux tubes.

Cet instrument est complété par une balance-enregistreur qui comprend deux cuvettes cylindriques en fonte C et C' de 0^m01 de section et de 0^m08 de hauteur; ces cuvettes, fermées par un couvercle boulonné, portent chacune un robinet purgeur. La cuvette C est fixée à demeure sur la tablette de support; la cuvette C' est suspendue par un ressort R, d'une résistance calculée, à une potence Q par l'intermédiaire d'une vis V.

Les parties inférieures des deux cuvettes sont reliées par un tube en acier T, de 0^m0002 d'épaisseur, 0^m008 de diamètre intérieur et 1 mètre de longueur. La cuvette mobile C' porte une tubulure d'où part un tube T' identique au tube T et fixé au couvercle de la cuvette C.

De l'extrémité de T' et de la partie supérieure de c partent deux tubes en cuivre en forme de V renversé, munis, à leur partie supérieure, des deux tubulures d'un manomètre M à air comprimé et, à l'autre extrémité, des raccords des tubes *g*.

Les mouvements de la cuvette mobile C', amplifiés, sont transmis à un cylindre enregistreur B au moyen d'un style muni d'une plume et fixé à la cuvette par une bielle.

Mise en station et fonctionnement. — L'appareil étant installé de niveau à proximité de la conduite à jauger, on introduit, dans la cuvette fixe, du mercure qui se rend par le tube T dans la cuvette mobile et on règle, à l'aide du ressort R, la hauteur de cette dernière, de façon que son fond soit à 0^m015 de la tablette et que la couche de mercure dans la cuvette fixe ait une épaisseur de 0^m035.

Le tube *t* est ensuite introduit dans la conduite et fixé sur le robinet de telle façon que les ouvertures des ajutages soient dirigées vers l'amont du courant. Ceci fait, la cuvette fixe est raccordée avec le tube à pression directe et la cuvette mobile avec l'ajutage statique; ces cuvettes, ainsi que les tubes de communication, sont ensuite remplies avec l'eau de la conduite. Des ventouses sont disposées sur l'appareil pour permettre cette opération.

Enfin, le manomètre qui doit fournir les éléments de calcul de la vitesse, est réglé : on refoule l'eau qui se trouve dans ses colonnes à l'aide d'une pompe à main que l'on visse sur la boîte à clapet *k* et l'on remplace la moitié de l'eau du manomètre par le même volume d'air comprimé à la pression de la conduite à jauger.

L'appareil étant ainsi préparé, lorsqu'il est mis en action, l'eau remonte dans le tube à pression directe et reste stationnaire dans l'ajutage statique; en représentant par H la différence de niveau dans les deux tubes, on obtient la vitesse au moyen de la formule $\sqrt{2gH}$. On ramène alors cette différence de niveau dans une position telle qu'elle puisse impressionner l'appareil, lui faire enregistrer l'excédent de la charge et transformer celle-ci en vitesse.

La charge est ici reportée dans le manomètre et, de ce dernier, impressionne les cuvettes à mercure; la colonne du manomètre, qui reçoit l'impression du tube à pression directe, accuse un niveau supérieur à celui de l'autre colonne. Sous l'action de la charge, le mercure de la cuvette fixe se rend par le tube T vers la cuvette mobile dans la relation indiquée par la valeur des densités respectives; le poids de la cuvette mobile augmente et produit un allongement du ressort de suspension; le mouvement correspondant est indiqué par le style sur le cylindre enregistreur et varie avec l'importance du déplacement du mercure, c'est-à-dire avec les charges déterminées par la différence des niveaux.

L'eau déplacée par le mercure amené dans la cuvette mobile, retourne à la conduite par le tube statique.

Si la vitesse de l'eau diminue dans la conduite, les phénomènes inverses se produisent et le ressort R relève la cuvette C'. Ce ressort,

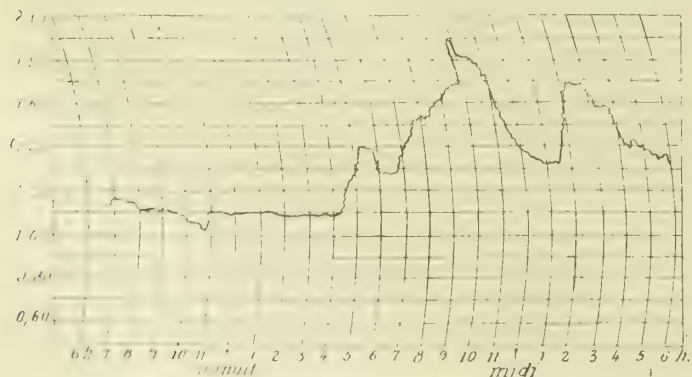


Fig. 3. — Diagramme obtenu avec l'appareil Mesnager.

dont le rôle est très important, doit présenter à la fois une grande sensibilité et une parfaite précision.

Les charges indiquées par le tube *t* sont transformées en vitesses à

l'aide du manomètre à air comprimé fonctionnant comme manomètre à air libre.

Le niveau de l'eau peut être maintenu constant, le tube manométrique relié à l'ajutage statique se trouvant en relation avec un tube de caoutchouc formant déversoir. Dans l'autre tube on établit successivement les charges correspondantes, de 0^m10 en 0^m10 jusqu'à 2^m50, au moyen de la formule $V = \sqrt{2gH}$; on cote chacune de ces vitesses sur le papier du cylindre lorsque l'appareil est en équilibre dans la position correspondante.

Sur le cylindre, on place alors un papier réglé d'après les indications du tarage, puis on trace les courbes horaires et on obtient le diagramme des vitesses de l'eau dans la conduite.

M. Krir, pour obtenir sur le papier du cylindre des inscriptions proportionnelles aux vitesses mêmes, a ingénieusement combiné le levier rectiligne du style avec un autre levier faisant un angle avec le premier, monté sur le même axe et dont le pivot d'articulation avec la bielle se développe, sur la partie haute du cylindre, dans une situation telle que les chemins parcourus aient des bras de levier à peu près proportionnels aux vitesses.

On obtient alors un diagramme de la forme de celui représenté figure 3; celui-ci a été relevé par M. Krir au cours de ses expériences sur une conduite de 0^m60 de diamètre, la lecture en est très facile.

JURISPRUDENCE

LE RÉEMBAUCHAGE DES GRÉVISTES

Il arrive généralement qu'après une période de grève, une des conditions principales de la reprise du travail est le réengagement par le patron de tous les ouvriers qui ont fait grève avec leurs camarades.

Cette condition est posée comme nécessaire à la pacification.

Lorsque le patron s'y soumet, il ne peut évidemment s'en dégager qu'à ses risques et périls, c'est-à-dire que le refus de réengager tel ou tel des grévistes l'expose à lui payer des dommages-intérêts, par exemple le montant des salaires afférents au délai-congé d'usage, comme s'il renvoyait un ouvrier en cours de travail.

Mais que décider au cas où la grève a pris fin sans qu'il ait été question de ce réembauchage général des grévistes?

Il semble qu'alors le patron, qui n'a contracté de ce chef aucune obligation particulière, n'est pas tenu de reprendre tous les ouvriers qui se sont mis en grève; il doit pouvoir les réengager ou non, selon sa libre volonté, comme s'il se trouvait en face d'ouvriers qui ont cessé pendant un certain temps de travailler pour lui et qui viennent ensuite lui demander à contracter un nouvel engagement. C'est dire, en d'autres termes, que la grève équivaut à une véritable rupture du contrat de louage de services, et que ce contrat ne peut revivre qu'à la faveur d'une nouvelle convention, basée sur le consentement des deux parties intéressées.

Mais cela a été contesté. On a prétendu que la grève, au lieu de rompre le louage de services, n'avait pas d'autre effet que d'en suspendre momentanément l'exécution. De sorte que, la grève finie, ce serait le même contrat de travail qui de plein droit reprendrait son cours, comme s'il n'avait jamais été interrompu. Et le patron devrait l'indemnité de congédiement aux grévistes qu'il ne réengagerait pas, au même titre que s'il renvoyait des ouvriers qui n'auraient pas cessé d'obéir à ses ordres.

Telle est la prétention qui a été récemment émise, devant le Conseil des Prud'hommes d'Amiens, par un ouvrier qui, après avoir fait grève avec les autres ouvriers d'un entrepreneur de bâtiment, et s'être, d'ailleurs, représenté quelques jours après que ses camarades étaient revenus sur le chantier, se plaignait de ce que son patron avait refusé de le reprendre, et, en conséquence, lui réclamait 50 francs de dommages-intérêts pour avoir été renvoyé brusquement et sans avoir reçu le congé de huitaine d'usage.

Par décision du 11 mai 1904, le Conseil des Prud'hommes s'est refusé à admettre cette réclamation.

Voici les termes du jugement :

Le Bureau général,

Attendu que, le mercredi 6 avril, vers 6 heures et demie du matin, dix-huit ouvriers du chantier de M. P..., sis à Amiens, firent, sans aucune résistance, cause commune avec d'autres grévistes, venus tout exprès pour le débouchage;

Attendu que le demandeur, employé depuis un mois seulement (8 mars), dans le chantier du défendeur, abandonna son travail par pur esprit de solidarité;

Attendu que, dès le 15 avril, dix-sept ouvriers du susdit chantier cessèrent la grève et vinrent reprendre leurs anciennes places, à l'exception de F..., qui jugea à propos de ne se représenter que le vendredi, 22 avril, à 2 heures de l'après-midi; mais qu'alors le défendeur décida de ne plus le reprendre, l'ayant remplacé depuis quelques jours déjà;

Attendu que F..., dans ces conditions, réclame à P... une somme de 50 francs à titre de dommages-intérêts par suite de son brusque renvoi du chantier et sans avoir reçu le congé de huitaine d'usage;

Attendu qu'il s'agit, en l'espèce, de savoir si un ouvrier, par le fait de sa participation à une grève d'autres ouvriers, a rompu le louage de services qui le liait au patron, en sorte que, la grève terminée, un nouveau contrat soit nécessaire pour reprendre le travail;

Attendu que, lorsque des ouvriers recourent à une grève ou abstention collective et volontaire du travail, c'est dans un but et pour des fins inhérentes au travail lui-même;

Attendu que la loi de 1864 sur les grèves, ainsi que celles qui ont suivi, donnent droit de coalition, mais ne portent aucune atteinte à la liberté du travail;

Attendu que, s'il convient aux ouvriers d'abandonner le travail pour forcer l'entrepreneur à modifier plus favorablement les conditions du travail, ils le font à leurs risques et périls;

Attendu que, dès lors, la cessation du travail entraîne forcément derrière elle la fin du contrat primitif, ou plutôt la rupture du contrat de travail, qui est soumis aux règles de droit commun et dont la responsabilité incombe à celui qui l'a provoquée (Cassation, 18 mars 1902);

Attendu qu'en l'espèce, F... a rompu définitivement le contrat de louage qui le liait à son patron; qu'après s'être mis volontairement en grève, le 6 avril, il ne s'est représenté chez son patron que le 22 après-midi, c'est-à-dire cinq jours après ses camarades de chantier; qu'il a, de ce fait, bien manifesté son intention ou plutôt sa ferme volonté de rompre le contrat de travail...

Par ces motifs,

Statuant contradictoirement et en dernier ressort;

Déboute F... des fins de sa demande et le condamne aux frais et dépens (1)...

Ainsi donc, un ouvrier, par le fait de sa participation à une grève, dénonce le louage de services qui le liait au patron, en sorte que, la grève terminée, un nouveau contrat est nécessaire pour reprendre le travail; et, en l'absence de conventions spéciales, l'ouvrier ne peut réclamer d'indemnité à son ancien patron qui refuse de le réengager, parce qu'il s'agit dans l'espèce d'une nouvelle convention de travail à intervenir entre un patron et un ouvrier qui ne sont plus attachés l'un à l'autre par aucune espèce d'engagement antérieur.

C'est même l'occasion de rappeler, comme l'a fait le Conseil des Prud'hommes d'Amiens, l'arrêt si intéressant de la Cour de cassation, en date du 18 mars 1902 (Sirey, 1903-1-645), qui a jugé que la cessation de travail pour cause de grève ne dispensait pas l'ouvrier d'avertir le patron et de lui donner le préavis d'usage, sous peine de dommages-intérêts. Rien ne saurait mieux affirmer que la mise en grève rompt pleinement le contrat de louage de services, à la manière d'une libre manifestation de volonté (2).

Plus récemment, et par arrêt du 4 mai 1904, la Cour de cassation a fait application de cette même idée à une matière prévue par la loi du 9 avril 1898, en ce qui concerne le calcul des rentes allouées pour indemnités aux victimes d'accidents du travail.

L'article 10 de cette loi dispose :

Le salaire servant de base à la fixation des rentes s'entend, pour l'ouvrier occupé dans l'entreprise pendant les douze mois écoulés avant l'accident, de la rémunération effective qui lui a été allouée pendant ce temps, soit en argent, soit en nature.

Pour les ouvriers occupés pendant moins de douze mois avant l'accident, il doit s'entendre de la rémunération effective qu'ils ont reçue depuis leur entrée dans l'entreprise, augmentée de la rémunération moyenne qu'ont reçue, pendant la période nécessaire pour compléter les douze mois, les ouvriers de la même catégorie.

Il doit s'ensuivre logiquement que si, dans les douze mois qui ont précédé l'accident, le travail a été entrecoupé par une grève, opérant rupture du contrat de louage en cours, la rémunération effective de l'ouvrier ne peut être prise pour base du calcul de la rente qu'à partir de la reprise du travail consécutive à la grève; pour toute la période antérieure, on prend pour base de ce calcul la rémunération moyenne des ouvriers de la même catégorie, au lieu de se référer à la rémunération effective que la victime avait reçue avant la grève et qu'elle aurait continué à recevoir pendant le temps de grève, si la grève n'avait pas eu lieu.

Voici l'espèce dans laquelle la Cour de cassation a donné cette solution :

La Cour,

Attendu, d'une part, qu'aux termes de l'article 10, paragraphe 2, de la loi du 9 avril 1898, le salaire, servant de base à la fixation des rentes dues à la suite d'un accident du travail, doit s'entendre, pour les ouvriers occupés dans l'entreprise moins de douze mois avant l'accident, de la rémunération effective qu'ils ont reçue depuis leur entrée dans ladite entreprise, augmentée de la rémunération moyenne qu'ont reçue, pendant la période nécessaire pour compléter les douze mois, les ouvriers de la même catégorie;

Attendu, d'autre part, que le louage de services, fait sans détermination de durée, peut toujours prendre fin par la volonté d'une des parties contractantes;

Que la grève y met fin du fait des ouvriers et qu'elle peut donner lieu à des dommages-intérêts, à la charge de ceux-ci et au profit du chef de l'entreprise, si, préjudiciable à ce dernier, elle a été abusivement déclarée;

Qu'il suit de là que, la grève terminée, lorsque les ouvriers rentrent à l'atelier, à l'usine ou à la mine, un nouveau contrat de louage de services, quelles qu'en soient les conditions, se forme entre eux et le chef de l'entreprise, et que si l'un de ces ouvriers est victime d'un accident, avant que

douze mois se soient écoulés depuis la reprise du travail, on ne saurait le considérer, parce qu'il travaillait dans l'entreprise avant la grève, comme y ayant été occupé pendant l'année qui a précédé l'accident;

Que le salaire qui servira de base à la fixation de la rente viagère qui pourra être due, soit à lui, soit à ses représentants, devra être calculée conformément aux dispositions du paragraphe 2 de l'article susvisé; que si la cessation du travail a été complète dans l'entreprise, de telle sorte qu'il n'y ait été payé aucun salaire pendant la période nécessaire pour compléter les douze mois, ou pendant partie de cette période, le juge du fait déterminera souverainement la rémunération moyenne des ouvriers de la même catégorie que la victime;

Qu'aucune prescription de la loi ne l'oblige à ne se décider que d'après les éléments d'appréciation fournis par les livres de l'entreprise même où l'accident est survenu;

Attendu que l'arrêt attaqué constate que C..., ouvrier de la Compagnie des Forges de Ch..., victime d'un accident du travail qui a entraîné pour lui une incapacité permanente, a, pendant les douze mois qui ont précédé ledit accident, volontairement pris part à une grève qui a duré trois mois; que, le considérant employé dans l'entreprise pendant tout ce laps de temps, ledit arrêt lui a fait application du paragraphe 1 de l'article 10 de la loi du 9 avril 1898 et a calculé le salaire, devant servir de base à la fixation de la rente à laquelle il avait droit, sur la rémunération effective qui avait été allouée pendant les neuf mois de travail; qu'en ne tenant pas compte de l'effet produit par la grève sur le contrat de louage de services qui liait C... à la Compagnie des Forges de Ch..., et en considérant ce contrat comme subsistant pendant la grève, l'arrêt a faussement appliqué le paragraphe 1 et violé le paragraphe 2 de l'article susvisé;

Par ces motifs, casse...

C'est affirmer expressément, en même temps qu'on en déduit logiquement toutes conséquences, que la grève met fin au louage de services et que lorsque les ouvriers rentrent ensuite à l'atelier, à l'usine ou à la mine, un nouveau contrat se forme entre eux et le chef d'entreprise.

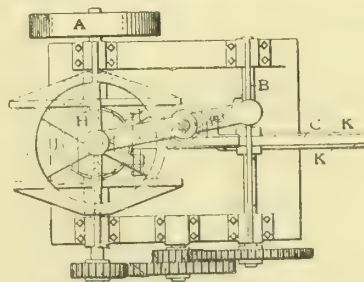
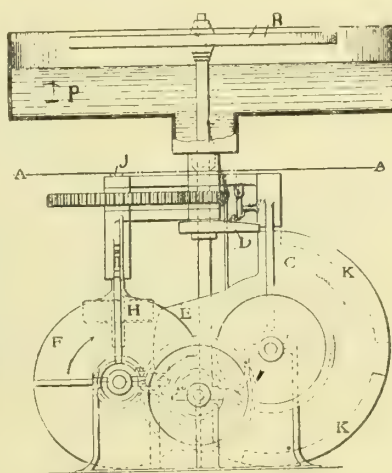
Louis RACHOU,
Docteur en droit,
Avocat à la Cour d'appel de Paris.

VARIÉTÉS

Machine à peindre les roues.

Certains ateliers de construction de machines agricoles utilisent par milliers des roues dont la peinture exige une main-d'œuvre relativement coûteuse. Il peut donc être intéressant d'avoir recours à des dispositifs automatiques pour effectuer ce travail.

La machine que représentent en élévation et en plan les figures



ci-contre a été imaginée par M. H. L. Bornman, et nous en empruntons la description à l'*American Machinist*. La roue à peindre s'y trouve montée, en R, à l'extrémité d'un axe vertical; on l'immerge d'abord dans la peinture contenue dans le réservoir P; puis on la soulève hors du liquide, et par un mouvement de rotation rapide et alternatif, on chasse l'excès de matière en même temps qu'on égalise la couche.

Le mécanisme qui réalise ces divers mouvements se compose d'une came C, qui, animée d'un mouvement lent par l'intermédiaire des engrenages commandés par la poulie A, laisse d'abord échapper le doigt D, et, par suite, provoque la descente de l'arbre vertical et l'immersion de la roue R (la figure représente la came dans la position où, le mouvement se continuant dans le sens de la flèche, cette immersion va se pro-

duire). Au bout d'un instant, la partie E de la came produit à nouveau le soulèvement de la roue. En même temps, des came latérales K, agissant sur un levier dont l'extrémité porte le galet de friction H, viennent appuyer ce galet, alternativement, sur l'un ou l'autre des disques F. Ce galet H, par l'intermédiaire d'engrenages horizontaux, met en mouvement rapide la roue, successivement dans les deux sens.

La position en hauteur du galet H peut être variée à volonté, suivant la vitesse désirée pour la roue R.

(1) Gazette du Palais, numéro du 17 juin 1904.

(2) Voir aussi dans le *Génie Civil* (tome XXXVIII, p. 160), notre article « La rupture du contrat de travail pour cause de grève ».

Voiture à essence de pétrole pour chemins de fer.

Les voitures automotrices pour chemins de fer secondaires commencent aujourd'hui à se répandre, et le *Génie Civil* en a tout récemment décrit un certain nombre pour lesquelles on a adopté la traction à vapeur (1). Celle que nous représentons ci-dessous, d'après le *Dinglers Journal*, est actionnée par moteur à essence, et sort des ateliers Daimler, à Cannstadt.

Les constructeurs ont voulu utiliser dans cette nouvelle spécialité leur expérience de l'industrie automobile, et profiter des avantages

de toutes ces transmissions intermédiaires par une transmission électrique qui, bien que coûteuse et délicate, aurait des avantages de souplesse, de précision et de rendement très appréciables.

La voiture Daimler (fig. 1 à 4) peut transporter cinquante-six personnes et possède un moteur de 30 chevaux à quatre cylindres dont la partie supérieure est installée dans la voiture et peut être facilement visitée et entretenue. Cette disposition, qui enlève un peu de place, est avantageuse pour la répartition des poids et l'atténuation des secousses. La caisse est d'ailleurs suspendue sur huit doubles ressorts à lames. L'arbre à manivelles du moteur est parallèle au grand axe

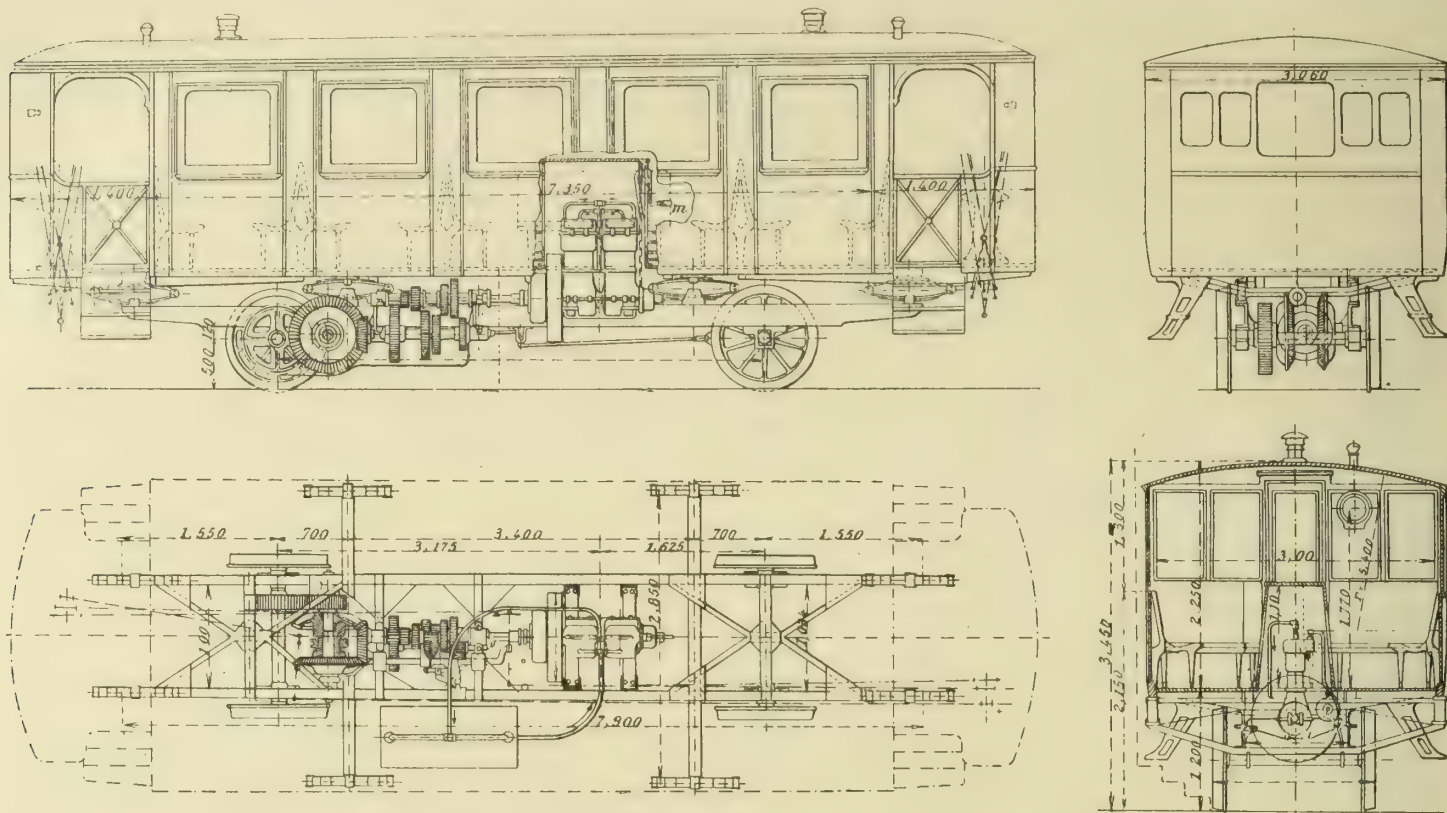


Fig. 1 à 4. — Élévation, vues en bout et plan de la voiture Daimler.

spéciaux du moteur à explosions : légèreté, facilité de conduite et d'entretien, simplification de l'approvisionnement en combustible, etc. On a cherché seulement à éviter le plus possible les trépidations.

L'aspect extérieur de la voiture ne diffère guère des wagons ordinaires. Le moteur est disposé sous le châssis, à proximité de l'essieu qu'il commande. On emploie toujours des moteurs verticaux à plusieurs cylindres, type aujourd'hui presque partout adopté pour les automobiles.

La voiture, ne devant pas être tournée aux terminus, est munie de deux plates-formes de manœuvre avec leviers de marche et d'arrêt. Des embrayages, changements de vitesse et du sens de marche, consistant en différents trains d'engrenages, sont interposés entre l'essieu et le moteur qui, une fois lancé, doit tourner à une vitesse à peu près constante et sans arrêt. On peut d'ailleurs envisager le remplacement

du véhicule et commande l'essieu par engrenage d'angle, avec différents trains intermédiaires visibles sur les figures 1 et 2.

Les vitesses normales sont de 7, 13, 23 et 32 kilomètres.

L'équipement comporte encore la circulation d'eau du moteur, les sablières, les freins, la commande de la manivelle *m* (fig. 1) pour le démarrage, les leviers de commande placés sur chaque plate-forme, etc.

Cinq voitures Daimler ont déjà été livrées aux chemins de fer du Wurtemberg; la première n'avait qu'un moteur de 6 chevaux; la dernière, que nous venons de décrire, pèse 14 tonnes à vide avec son moteur de 30 chevaux et dépense environ 20 centimes par kilomètre en frais de conduite, graissage et essence. Il est à prévoir que d'autres réseaux, notamment les chemins de fer de l'État saxon, emploieront des véhicules du même genre.

Méthodes employées, en Angleterre, pour empêcher le gaspillage de l'eau.

La question de l'eau, qui préoccupe les Parisiens presque tous les étés, se pose également dans les grandes villes d'Amérique; la consommation par tête d'habitant atteindrait, dans certaines d'entre elles, des chiffres fantastiques : jusqu'à 1 350 litres par jour. *L'Engineering News* publie, à ce sujet, une lettre intéressante d'un correspondant américain actuellement en Angleterre.

De l'enquête personnelle à laquelle s'est livré l'auteur, il résulte que la consommation d'eau par tête d'habitant, qui est énorme dans les villes américaines, est, au contraire, généralement très faible en Angleterre, si l'on met en parallèle les villes de même population, de même étendue et de même caractère.

Les écarts entre les deux pays sont faibles, si l'on compare les chiffres de consommation minimum, lesquels correspondent aux cas, très rares en Amérique, où le service des eaux est bien organisé; ils sont très grands, au contraire, si l'on compare les chiffres maximum; l'auteur en conclut que cette grande différence ne peut être due qu'au gaspillage domestique de l'eau, général en Amérique, et à l'impossi-

bilité, pour les services d'eaux, de constater ou d'empêcher ce gaspillage, en l'absence de tout contrôle effectif. Il laisse complètement de côté la consommation d'eau pour usages industriels, qui est exactement mesurée, sensiblement proportionnelle aux besoins, et donne rarement lieu au gaspillage dans les deux pays.

En Angleterre c'est, paraît-il, par exception qu'on rencontre un compteur dans les immeubles; la consommation de l'eau est, en général, laissée à la disposition de chacun; on part de ce principe, que chacun peut et doit en user, non pas selon ses moyens, mais selon ses besoins; l'eau n'est donc pas payée à tant le mètre cube, mais sous forme d'une taxe municipale établie d'après l'importance et le caractère des lieux et la destination de l'eau; ainsi, l'existence de jardins et de pelouses attenant à un immeuble entraîne un supplément de taxe. Malgré ces conditions, en apparence défavorables, il n'y aurait pas de gaspillage en Angleterre, et ce résultat serait dû : 1° à une bonne utilisation de l'eau; 2° à une bonne organisation du service des eaux; 3° à une inspection et à un contrôle effectifs.

Bonne utilisation de l'eau. — Le consommateur peut employer tels appareils qui lui conviennent et comme il le désire, mais toute installation ou modification ne peut être faite qu'après approbation et estampille du service des eaux qui, en outre, donne des conseils généraux

1) Voir le *Génie Civil*, t. XLIV, n 23, p. 357.

ment suivis. Quelques conditions sont souvent impératives, notamment celles relatives au branchement sur la canalisation principale, à la profondeur, à la grosseur et à l'emplacement de certaines conduites. Les appareils ne doivent jamais fuir et doivent consommer le minimum d'eau nécessaire pour produire l'effet qu'on en attend; ainsi, les baignoires sont de formes arrondies, avec trop-plein, et tiennent rarement plus de 200 litres d'eau; les appareils de chasse des water-closets sont rarement du type à siphon, type pour lequel la consommation d'eau est considérable et invariable.

La même économie est observée pour les services publics; les conduites souterraines, bien établies, fuient rarement, on verra plus loin comment il est facile de s'en assurer; on ne voit jamais, spectacle très fréquent au contraire à Paris, l'eau destinée à l'arrosage des rues s'en aller en majeure partie au ruisseau par le raccord du conduit d'arrosage sur la prise d'eau.

Organisation du service des eaux. — Le Parlement peut autoriser certaines municipalités à organiser leurs services d'eaux comme il leur convient et dans des conditions particulières pour chacune d'elles. Les règlements municipaux ainsi approuvés par le Parlement ont force de loi, et l'habitant s'engage à s'y soumettre du fait même qu'il devient consommateur.

Aux usines élévatoires, aux vannes de distribution, à l'entrée et à la sortie des réservoirs, sont des compteurs enregistreurs; des jeux de valves et de conduites, très complexes, constamment vérifiés, et dignes de toute confiance, permettent de savoir exactement quelle est la consommation dans tel ou tel district, de telle à telle heure. De plus, le réseau des conduites de distribution, qui est très complet, permet,

grâce à des postes de carrefours munis de jeux de robinets, d'isoler tel district ou de l'alimenter par une conduite ou une autre, etc.

Inspection et contrôle. — Dans la plupart des grandes villes, cette inspection est particulière à chaque immeuble. Si une consommation d'eau exagérée, en apparence non justifiée, est constatée aux enregistreurs (constatation faite très rapidement et avant que le gaspillage ait pu prendre une grande extension), des dispositions sont prises immédiatement pour en trouver l'origine et l'enrayer. On sait de suite à peu près dans quelle région elle se produit, grâce aux indicateurs de débit des conduites; avec le jeu de valves indiqué plus haut, on peut faire figurer successivement le pâté de maisons soupçonné dans des districts d'alimentation différents. On circonscrit ainsi le gaspillage à un groupe d'immeubles très peu nombreux; plusieurs inspecteurs, opérant alors simultanément, découvrent facilement les causes de gaspillage. De très lourdes amendes frappent ceux qui sont responsables de ce gaspillage ou qui ne remettent pas en bon état les installations défectueuses qui leur ont été signalées par les inspecteurs. En fait, les infractions au règlement et ces visites plutôt vexatoires et si contraaires au caractère anglais sont extrêmement rares.

Il faut s'attendre évidemment à ce que la consommation d'eau par habitant, dans une même ville, aille toujours en augmentant; c'est là une des preuves des progrès de l'hygiène, mais cette augmentation régulière n'a rien à voir avec le gaspillage, lequel se traduit par des augmentations brusques dès qu'apparaît la saison chaude. Les habitudes d'hygiène bien connues des Anglais, et leur faible consommation d'eau en sont la confirmation. A ce point de vue, l'éducation du public parisien, comme celle du consommateur américain, reste à faire.

Tour à avance commandée hydrauliquement.

Le tour que représente la figure ci-dessous, empruntée au *Machinery*, a été construit aux ateliers Niles (Etats-Unis) pour la Midvale Steel Co, et est plus particulièrement destiné à l'alésage des grosses pièces, telles que les arbres d'hélice. Il peut recevoir un arbre de 75 centimètres de diamètre et 18 mètres de longueur, et enlever dans la masse un trou de 30 centimètres sur toute la longueur, ou de 35 centimètres sur une partie de cette longueur.

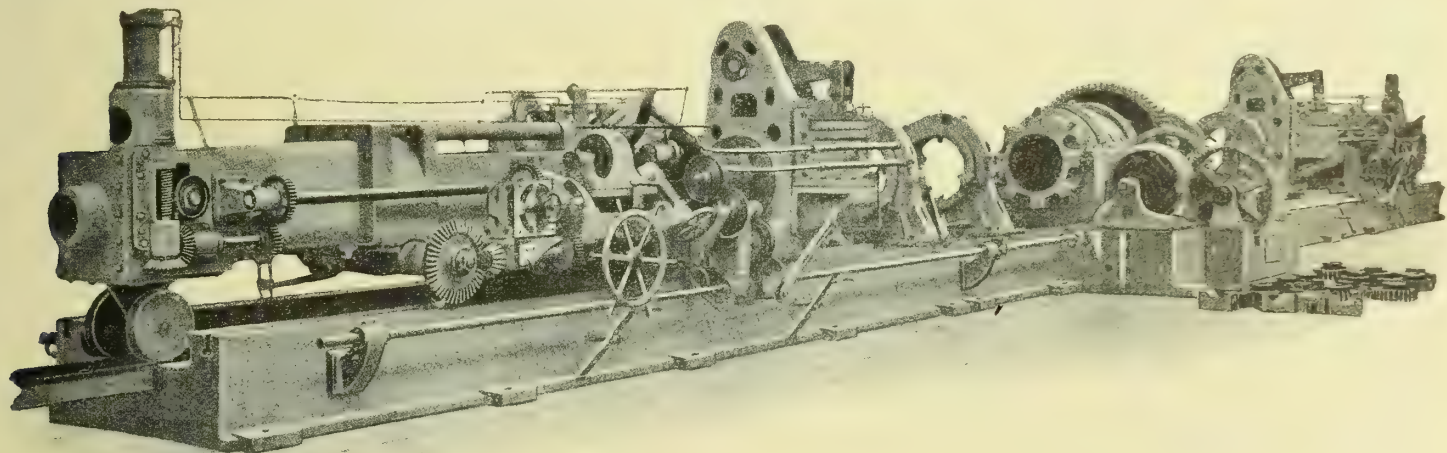
La pièce à attaquer est prise en son milieu dans une poupée creuse, et supportée par deux lunettes à chacune de ses extrémités. Cette disposition a permis d'attaquer le travail par les deux bouts.

L'énorme pression nécessaire pour l'avance de l'outil rendait impraticables les dispositifs ordinaires d'alimentation mécanique par vis ou crémaillère. La difficulté a été ingénieusement tournée par l'emploi d'une alimentation hydraulique disposée de la façon suivante:

La barre d'alésage est elle-même retenue hydrauliquement dans son mandrin, à l'aide d'un cylindre qui, agissant par l'intermédiaire d'un levier, donne une pression totale de 450 tonnes.

Le tour est commandé par un moteur électrique de 100 chevaux. L'engrenage principal, en acier coulé, boulonné sur la poupée creuse, a 75 dents, avec un pas de 100 millimètres, et une largeur de 254 millimètres. La pièce à travailler est serrée de chaque côté par huit vis de pression de 87 millimètres de diamètre.

La commande du contrôle de l'avance est transmise aux deux cylindres par un arbre qui s'étend, à l'avant du tour, sur toute sa longueur. Un volant permet aussi d'agir à la main, après débrayage de la commande automatique. Un moteur de 5 chevaux permet enfin une commande rapide (3 mètres par minute). La commande à main étant très démultipliée, son volant est fou sur l'arbre lorsque l'un des autres mécanismes est enclenché. On évite ainsi de faire tourner ce volant à une vitesse dangereuse. Le piston se déplace, comme nous l'avons dit



Un cylindre hydraulique, exerçant une pression totale de 90 tonnes, (pression unitaire 50 kilogr. par centimètre carré) appuie la barre d'alésage contre la pièce à travailler; mais il est évident que la pression ainsi appliquée ferait engager l'outil dans le cas de métaux mous, et que, en tout cas, l'avance serait extrêmement difficile à contrôler par les moyens hydrauliques seuls. On y a obvié par l'addition d'un contrôle mécanique, mais qui, au lieu d'actionner l'avance, est en quelque sorte actionné par elle. En arrière du cylindre, la tige du piston est filetée d'un pas de 45 centimètres, à six entrées. Un écrou en bronze, tournant sur cette vis, porte à sa circonférence une denture qui engrène avec une vis tangente. Cet ensemble est déterminé de façon à obtenir la réversibilité; autrement dit, le piston peut déterminer la rotation de la vis tangente, mais un très faible effort sur celle-ci suffit pour arrêter le mouvement. Cet effort est obtenu par un mécanisme d'avance ordinaire, commandé par engrenages et friction. Dans ces conditions, ce mécanisme n'est jamais soumis qu'à des forces insignifiantes en comparaison de celles qui agissent sur l'outil.

précédemment, si le cylindre est fixé au banc. Si, au contraire, on solidarise le porte-outil et le banc, on peut obtenir le déplacement du cylindre.

La barre d'alésage est mobile dans le cylindre, et un système de rouleaux de friction, à pression hydraulique, permet son déplacement rapide à l'aide du même moteur de 5 chevaux.

Le mode de travail est le suivant: la barre d'alésage procède par avancements successifs de 1^m 20. On ramène ensuite, à l'aide du retour rapide, le mandrin auprès du cylindre; puis la barre intérieure est avancée de 1^m 20 et on procède à une nouvelle passe. Les déplacements sur toute la longueur du banc s'effectuent également par intervalles de 1^m 20, en fixant successivement la tête et le cylindre, autant de fois qu'il est nécessaire.

Les tubes nécessaires aux divers cylindres sont supportés par des rouleaux à l'arrière de la machine.

Le poids du tour, sans la barre d'alésage, est 160 tonnes, et sa plus grande longueur 67 mètres.

SOCIÉTÉS SAVANTES ET INDUSTRIELLES

Académie des Sciences.

Séance du 25 juillet 1904.

Astronomie physique. — *Sur une relation entre les minima et les maxima des taches solaires.* Note de M. Alfred Angot, présentée par M. Mascart.

M. Wolfer a donné, dans les *Astronomische Mittheilungen*, un tableau qui contient la revision des nombres relatifs des taches solaires de R. Wolf depuis 1749 jusqu'à la fin de 1901. En étudiant ce tableau, M. Angot a cru reconnaître une relation entre l'importance relative d'un minimum des taches et celle du maximum qui le suit : tous les minima caractérisés par un nombre relatif élevé sont suivis d'un maximum également élevé, et inversement.

Chimie minérale. — *Sur le plomb radioactif, le radiotellure et le polonium.* Note de M. A. DEBIERNE, présentée par M. A. Haller.

Le polonium, qui est la première substance radioactive nouvelle (1) découverte par M. et M^{me} Curie, est caractérisé par les propriétés suivantes : ses solutions précipitent par l'hydrogène sulfuré en présence d'un acide et il suit le bismuth dans diverses réactions chimiques. Son rayonnement est nettement distinct de ceux de l'uranium, du thorium, du radium et de l'actinium ; il est constitué uniquement par des rayons α peu pénétrants et difficilement déviables par l'aimant. Enfin, le polonium ne donne pas d'émanation et ne produit pas de radioactivité induite.

Deux autres substances radioactives, précipitant par l'hydrogène sulfuré en solution acide, ont été signalées dans la pechblende : le plomb radioactif et le radiotellure. M^{me} Curie et M. Giesel contestèrent l'existence de ces derniers corps qu'ils considèrent comme identique au polonium. L'auteur déduit de ses propres expériences que toutes ces substances ne sont pas distinctes et peuvent conserver le nom de polonium.

Géologie. — *La sismicité, critérium de l'âge géologique d'une chaîne ou d'une région.* Note de M. DE MONTESSUS DE BALLORE, présentée par M. de Lapparent.

L'auteur a reconnu, sur toute la surface du globe, l'influence générale du relief sur la sismicité, comme conséquence des dislocations concomitantes, en remarquant que si l'on considère la coupe de l'Amérique du Sud le long d'un parallèle, on rencontre successivement, de l'ouest à l'est, la haute chaîne des Andes au flanc Pacifique aussi raide qu'instable, et la douce pente Atlantique qui ignore presque complètement les séismes. Cette relation entre le relief et la sismicité se vérifie partout, en revêtant des formes diverses suivant les circonstances géographiques et géologiques locales, et M. de Ballore le montre par l'examen de statistiques relatives à l'Europe.

Magnétisme. — *Les phénomènes de viscosité magnétique dans les aciers doux industriels, et leur influence sur les méthodes de mesure.* Note de M. Raymond JOURNAL, présentée par M. Mascart.

Les aciers doux coulés et recuits utilisés aujourd'hui dans l'industrie présentent presque tous d'une façon très intense le phénomène de la viscosité magnétique.

Dans ces conditions les méthodes balistiques dans lesquelles on trace le cycle d'hystérésis par degrés successifs et dans lesquelles les erreurs s'accumulent, donnent des résultats complètement erronés.

La méthode dans laquelle on produit la variation du champ magnétisant, toujours en partant du maximum, donne des résultats exacts pour certains points seulement (à condition encore que la valeur du champ maximum sature l'acier). Il est facile, en apportant une légère modification à cette méthode, d'en tirer des résultats exacts. Les phénomènes de viscosité se produisent lorsqu'on fait passer le champ magnétisant de sa valeur maximum $+H$ à une valeur h ; mais ils ne se produisent pas lorsqu'on ramène le champ magnétisant de h à $+H$.

Il suffit donc de faire les lectures au balistique, non pas comme on le fait généralement en descendant de $+H$ à h , mais en remontant de h à H , pour ne

pas avoir à craindre les erreurs dues aux phénomènes de viscosité.

Cette méthode n'est, bien entendu, applicable que pour des valeurs de H , telles que l'acier soit à peu près saturé.

Dans tous les cas, il convient, pour l'étude par la méthode balistique des aciers doux, de ne pas donner une trop grande épaisseur aux éprouvettes.

Optique physiologique. — *De la contemplation à la chambre noire de surfaces faiblement éclairées par certaines lumières spéciales. Cas des objets de forme linéaire.* Note de M. F. P. LE ROUX, présentée par M. Amagat.

Au début des expériences sur les nouvelles radiations, c'était dans la contemplation de larges taches de sulfure de calcium phosphorescent qu'on cherchait à reconnaître des variations d'intensité lumineuse. Maintenant, on préfère observer des lignes lumineuses ; certains expérimentateurs les veulent excessivement ténues, comme celles qu'on pourrait obtenir en remplissant de matière phosphorescente les traits de division d'un appareil de précision.

M. Le Roux a déjà signalé les phénomènes de variabilité qui ont leur source dans la fatigue de l'organe de la vision lorsqu'on contemple de larges taches, et ces phénomènes suffisent à motiver la défaveur de celles-ci. Il explique aujourd'hui l'avantage des formes linéaires.

Il conclut que la condition la plus avantageuse serait que l'objet se rapprochât de la forme de point. Mais cette forme est plus fatigante pour l'œil que celle d'un tronçon de droite.

Physique. — I. — *Sur la nature des rayons N et N₁ et sur la radioactivité des corps qui émettent ces radiations.* Note de M. Jean BECQUEREL, présentée par M. Henri Becquerel.

On sait que les rayons N et N₁ émanés de certains corps (acier trempé, lames bataviques, bois comprimé, sulfure de calcium insolé) perdent la propriété de changer l'aspect d'un écran de sulfure de calcium phosphorescent lorsqu'ils traversent, perpendiculairement aux lignes de force, un champ magnétique suffisamment intense.

Les expériences que décrit l'auteur mettent en évidence dans un faisceau de rayons Blondlot, soumis à l'action d'un champ magnétique, trois éléments : 1° un faisceau non dévié qui, pour les corps étudiés, sauf pour la lampe Nernst, est sans action sur le sulfure de calcium ; 2° un faisceau dévié et considérablement dispersé, composé de radiations identiques aux rayons cathodiques ou rayons β ; 3° un faisceau dévié dans le sens de la déviation des rayons α .

II. — *Sur la réfraction des rayons N et N₁.* Note de M. Jean BECQUEREL.

On a vu, ci-dessus, que les rayons N et N₁ sont décomposés par un champ magnétique en trois faisceaux : deux qui peuvent être assimilés aux rayons α et β émanés des corps radioactifs ; le troisième, non déviable par un champ magnétique, est en général, sauf dans le cas où la source radiante est une lampe Nernst, sans action sur le sulfure de calcium et peut être transformé de nouveau soit en rayons N par son passage sur une substance émettant des rayons β , soit en rayons N₁ par une source de rayons α .

M. Becquerel expose plusieurs expériences établissant que les rayons non déviables par un champ magnétique constituent la partie du rayonnement dont la réfraction a été depuis longtemps observée, et que chacun des rayons réfractés peut, en quelque sorte, entraîner des rayons β ou α et constituer indifféremment un rayon N ou un rayon N₁.

III. — *Sur quelques faits relatifs à l'observation des variations d'éclat des sulfures phosphorescents sous l'action des rayons N ou actions analogues.* Note de M. E. BICHAT.

Le fait de l'augmentation ou de la diminution d'éclat d'un écran phosphorescent, qui a été signalé dans des circonstances très diverses, dépend des conditions dans lesquelles l'observation est faite ; l'auteur expose plusieurs expériences qui montrent que les apparences peuvent être modifiées selon l'état dans lequel se trouvent la source et l'observateur ; il est donc nécessaire de se placer dans des conditions bien définies pour observer les actions des rayons N et les actions analogues sur les substances phosphorescentes.

Si l'on remarque que l'écran, la source et l'obser-

vateur sont, chacun en réalité, une source d'émissions plus ou moins électrisées, on conçoit que, suivant l'électrisation des corps en présence, l'intensité ou la qualité de ces émissions, l'effet produit sur l'œil par le sulfure phosphorescent puisse être modifié.

IV. — *Sur l'absorption des gaz par le charbon de bois à basse température.* Note de Sir James DEWAR, présentée par M. Henri Moissan.

M. Dewar, dès 1875, avait utilisé la propriété absorbante du charbon de bois au contact des corps gazeux pour produire, dans différents récipients, un vide tellement grand qu'aucune étincelle électrique ne pouvait le traverser.

Il étudie aujourd'hui le mouvement thermique produit par l'absorption des différents gaz au contact du charbon de bois, au moyen d'un petit calorimètre dont il donne la description.

On constate que, dans tous les cas, la quantité de gaz absorbé par le charbon a beaucoup augmenté à basse température. La quantité de chaleur dégagée est tellement grande qu'elle dépasse celle qui est nécessaire à la liquéfaction des gaz tels que l'hydrogène, l'azote et l'oxygène.

Le résultat le plus surprenant est fourni par la différence de propriété de l'hélium. Tandis que les autres gaz indiquent une absorption plus grande à la température d'ébullition de l'air liquide, la quantité absolue d'hélium par unité de volume enfermée dans le charbon de bois n'est qu'un dixième de celle des autres gaz à la même température.

A. B.

BIBLIOGRAPHIE

Revue des principales publications techniques.

AUTOMOBILES

Voitures de livraison électriques. — A l'occasion d'un concours de véhicules de commerce, organisé par l'Automobile-Club d'Amérique, M. H. P. MAXIM a lu un mémoire, que résume l'*Electrical World*, du 16 avril, et qui renferme des données intéressantes en ce qui concerne les voitures électriques.

Le type le plus employé, pouvant porter 900 kilogrammes et parcourir 50 kilom. par jour, coûte environ 12 500 francs. Une bonne batterie y fait un service de 95 jours avant le premier lavage, suivi d'un service de 75 jours après lesquels le remplacement des séparateurs en bois est devenu nécessaire. Cette opération faite, la batterie fait un dernier service de 60 jours, puis on procède au remplacement des plaques positives. Au nettoyage suivant, les négatives sont remplacées à leur tour. Une batterie coûte ainsi par an 2 020 francs, dont l'auteur indique le détail. L'entretien de la batterie revient à 14,5 centimes par voiture-kilomètre. Les bandages en caoutchouc font un parcours de 14 500 kilom. et coûtent 6,5 centimes par kilomètre. La charge revient à 4,4 centimes par kilomètre, et en ajoutant la dépréciation et diverses autres dépenses, on arrive à un total de 39 centimes par voiture-kilomètre.

Après avoir fourni les mêmes renseignements pour des voitures de 3 tonnes et de 5 tonnes, l'auteur mentionne la batterie Edison, qui, bien que plus coûteuse et demandant plus d'énergie, paraît réaliser néanmoins une économie de 12 % environ.

Il donne ensuite divers chiffres relatifs aux voitures à gazoline et conclut qu'elles doivent être plus économiques que les voitures électriques, et qu'il faut par suite s'attendre à les voir prendre une place importante dans le service des livraisons.

CHEMINS DE FER

Le projet de monorail, système Behr, entre Liverpool et Manchester. — La *Zeitschrift für Kleinbahnen* (numéro de juin) contient quelques renseignements relatifs au monorail Behr, à traction électrique, qui doit permettre de franchir en vingt minutes la distance de 55 kilom. qui sépare Manchester de Liverpool. Les wagons, dont le centre de gravité est à 0^m 30 au-dessous du rail, sont suspendus à cheval sur celui-ci, au moyen de deux bogies à deux roues ; de chaque côté, huit galets directeurs s'appuient sur les rails de guidage. Chaque bogie supporte la caisse par l'intermédiaire d'une couronne de galets. Une voiture porte avec elle quatre moteurs à courant continu de 160 chevaux. A la vi-

1 Voir le *Genie Civil*, t. XLIV, n° 14, p. 161 ; n° 12, p. 187, et n° 13, p. 199.

tesse prévue de 175 kilom. à l'heure, des courbes de 600 mètres de rayon doivent pouvoir être franchies sans usage des freins.

La ligne, à deux voies, se terminerait par des gares aériennes dans les villes désignées, au centre des affaires; elle présenterait un profil en cuvette, pour obtenir naturellement l'accélération au départ et le freinage à l'arrivée.

Les voitures, de diverses capacités, se suivraient isolément à dix minutes d'intervalle, avec block automatique.

CHIMIE INDUSTRIELLE

L'épuration des eaux vannes à Lichtenberg, près de Berlin. — La ville de Lichtenberg, qui compte 48 000 habitants, est en partie desservie par des canalisations du système diviseur. Les eaux qui en résultaient étaient épurées chimiquement depuis 1893, par l'emploi de produits ferro-calciques. On a, depuis, entrepris l'épuration biologique par le système Bruch (Berlin), avec deux installations dont l'une marche d'une façon continue et l'autre d'une façon discontinue.

Celle-ci comprend deux bassins superposés, chacun contenant 40 mètres cubes de support oxydant, avec des drains aménagés de façon à ne pas avoir d'eau visible. Le support d'oxydation est constitué par des scories poreuses dont les grains ont 3 à 18 millimètres de grosseur, pour le premier bassin, et 2 à 8 pour le second.

Chaque lit d'absorption a une capacité initiale de 17 mètres cubes, représentant un volume des pores de 42 %. Le volume du sewage à traiter est d'environ 3 000 mètres cubes par vingt-quatre heures; un tiers environ provient de fabriques.

M. WINNAR consacre une note à cette installation, dans le *Zentralblatt der Bauverwaltung*, du 6 juillet, et indique les observations recueillies depuis qu'elle fonctionne par le docteur Kröhnke; bien que les résultats soient satisfaisants, il a été reconnu qu'une épuration physique préalable, aussi soignée que possible, est extrêmement utile.

ÉLECTRICITÉ

La localisation des défauts sur les circuits à basse tension. — *L'Electrical Review*, des 8 et 15 avril, reproduit un mémoire de M. W. E. GROVES où l'auteur, après avoir indiqué les précautions à prendre dans l'établissement d'un réseau pour faciliter la recherche ultérieure des défauts, donne la marche à suivre pour effectuer systématiquement cette recherche :

1° Observation d'un ampèremètre enregistreur intercalé en série avec une résistance, entre le neutre et la terre;

2° Essai d'isolement général par la méthode de Russel (quand cette méthode accuse un défaut sans que l'ampèremètre ci-dessus donne aucune indication, le défaut est en général dans le neutre);

3° Recherche de la polarité du défaut par l'ampèremètre de feeder;

4° Recherche du feeder où se trouve le défaut;

5° Localisation partielle par transfert;

6° Localisation à la longueur minimum par disconnexion;

7° Localisation finale par la méthode d'induction, à l'aide du téléphone.

Dans trois appendices, l'auteur décrit :

1° Une boîte de jonction permettant à volonté la jonction solide, la jonction avec fil fusible, ou la disconnexion;

2° Un interrupteur à mercure pour la production du courant intermittent nécessaire à la recherche finale;

3° Un nouvel ohmmètre, formé d'un voltmètre et d'un ampèremètre combinés, pour la mesure de la résistance d'isolement.

L'influence de la vitesse des moteurs électriques sur le type de moteur à employer. — *L'Electrical Review*, du 8 avril, résume une communication de M. HOBART à la British Institution of Electrical Engineers, dans laquelle l'auteur examine comparativement, tant au point de vue du fonctionnement général qu'au point de vue du prix de revient, cinq moteurs de 150 chevaux à courant continu, à des vitesses de 68 à 1 224 tours, et deux groupes de moteurs alternatifs asynchrones, tournant également entre les mêmes limites de vitesses.

Pour l'évaluation des prix de revient de ces machines, l'auteur a utilisé la relation qu'il a précédemment établie (produit du diamètre du rotor par la longueur de l'enroulement, connexions comprises)

et supposé que le prix de la machine à courant continu de même dimension est 50 % plus élevé. Il a supposé pour les moteurs asynchrones un entrefer uniforme de 0^{cm} 18.

Les conclusions auxquelles il arrive sont celles-ci : Les moteurs d'induction sont toujours notablement moins chers que les moteurs à courant continu équivalents;

Le fonctionnement général et la construction mécanique des moteurs d'induction s'améliorent lorsque la vitesse augmente. L'inverse a lieu pour les moteurs à courant continu.

Il faut donc éviter, dans la mesure du possible, l'emploi de moteurs à courant alternatif asynchrones à très faible vitesse, et l'emploi de moteurs à courant continu à très grande vitesse.

Le condensateur électrolytique à lame d'aluminium. — *L'Electrical Review*, du 30 avril, reproduit un mémoire dans lequel M. C. J. ZIMMERMAN étudie les propriétés du condensateur formé de deux lames d'aluminium plongées dans une solution de phosphate d'ammonium. On sait déjà que la pellicule très mince qui se forme dans ces conditions est d'une rigidité électrostatique en apparence plus grande que celle du mica, et que sa constante diélectrique est voisine de 80. M. Zimmerman a trouvé, en opérant par la méthode interférentielle, que l'épaisseur de cette pellicule varie entre 0^{cm} 000005 et 0^{cm} 000050.

L'ensemble des deux lames se comporte comme deux condensateurs ordinaires associés en série, avec cette différence que chacune des pellicules est soumise à la tension totale, au lieu de la moitié de cette tension.

L'auteur étudie les pertes qui sont de trois sortes :

1° Pertes dans la pellicule, les plus importantes, et comprenant une perte par fuite et une perte proportionnelle à la fréquence (la première augmente rapidement avec la tension, la limite étant la rupture du diélectrique, limite qui peut atteindre 1 250 volts pour un condensateur à deux lames);

2° Pertes par effet Joule dans l'électrolyte (peuvent être réduites à une valeur négligeable);

3° Pertes par décomposition électrolytique, dues seulement au courant de fuite.

Le condensateur est insensible aux surtensions, la pellicule se reformant automatiquement.

La limite ordinaire de tension pour un élément est de 150 volts; le rendement peut atteindre 93 à 97 %. A 110 volts, on peut employer le condensateur d'une façon continue avec un rendement supérieur à 95 %.

Le prix, le volume et le poids de l'appareil sont plus faibles que ceux d'un condensateur à lames à la même tension. La différence s'atténue pour les hauts voltages.

La capacité d'un élément, à 110 volts, est de $\frac{1}{4}$ à $\frac{1}{2}$ microfarad par pouce carré (6^{cm} 4) d'électrode.

Le même auteur publie, dans le même numéro, une note sur une analogie hydraulique de ce condensateur.

Le tube de Braun pour l'étude des courants alternatifs. — *L'Electrical World* reproduit, dans son numéro du 30 avril, une communication de M. PETROVSKI, à la Société Electrochimique russe, dans laquelle il décrit l'application du tube de Braun au relevé des courbes relatives aux phénomènes des courants alternatifs.

L'appareil employé consiste en un tube à vide élargi à une extrémité pour recevoir un écran fluorescent et muni, à l'autre extrémité opposée, d'une cathode en aluminium. Un diaphragme limite le faisceau qui, comme on sait, se comporte comme un conducteur parcouru par un courant, et dévie sous l'action d'un champ magnétique. L'appareil est excité par une machine électrostatique, et les déviations sont enregistrées photographiquement.

Les courbes d'hystérésis peuvent se relever en faisant agir sur le faisceau trois solénoïdes dont l'un est vertical et les deux autres horizontaux. Le premier dévie horizontalement le faisceau, proportionnellement à la force magnéto-motrice; les deux autres sont montés différemment, et si l'on place dans l'un d'eux une pièce de fer, l'équilibre se trouve détruit, et le faisceau est dévié verticalement d'une quantité proportionnelle à l'induction. Les trois solénoïdes sont montés en série.

La différence de phase entre le courant et la force électromotrice peut se déduire du tracé de l'ellipse obtenue avec deux solénoïdes perpendiculaires, l'un en série, l'autre en dérivation.

Enfin, un dispositif analogue permet l'étude des champs tournants.

L'étude des moteurs d'induction d'après la pratique européenne. — Dans *L'Electrical World*, du 30 avril, M. H. M. HOBART publie un grand nombre de données de construction et d'essai, relatives à cinq types de moteurs d'induction (dimensions générales, constantes, enroulements, facteur de puissance, intensité, courant à vide et en court-circuit, pertes dans le fer et dans le cuivre, etc.).

M. Hobart montre que, dans la formule de Behrend, la constante qui entre dans la relation entre le courant magnétisant et le courant à l'arrêt dépend du rapport de la longueur du noyau au pas polaire. Il reproduit la courbe qui en donne la valeur, et vérifie que les valeurs indiquées s'accordent avec celles trouvées sur les moteurs ci-dessus.

MÉCANIQUE

Dimensions des moteurs à gaz. — *L'American Machinist*, du 30 avril, publie un tableau de M. SAIFORD A. MOSS qui résume, d'après un grand nombre de machines de différents constructeurs, les dimensions des principaux organes de moteurs à gaz.

Pour chacune des dimensions, l'auteur indique les hypothèses faites dans l'établissement des formules, les valeurs maxima, moyennes et minima des constantes, les valeurs numériques correspondantes dans la formule, les hypothèses faites pour en déduire une formule simplifiée convenant aux cas usuels; enfin, cette formule elle-même.

Le tableau contient ainsi une trentaine de dimensions qui peuvent pratiquement fournir tous les éléments d'un moteur.

Tour à vitesse variable. — *L'American Machinist*, du 7 mai, décrit succinctement un tour Lang, caractérisé par le remplacement du cône habituel, à poulies étagées, par des poulies extensibles Reeves. Le tour ainsi disposé, et pourvu de poulies folle et fixe, ne nécessite pas de renvoi.

Dans les tours à surfacer, la commande du mécanisme de changement de vitesse est actionnée par la vis transversale, de façon à maintenir constante la vitesse linéaire de coupe. Le même dispositif automatique a été appliqué à des tours pour le travail des projectiles cylindro-coniques.

Expériences sur la détermination des efforts dans le tournage à grande vitesse. — Ces expériences ont été faites à l'Ecole de technologie municipale de Manchester par M. J. T. NICOLSON qui avait déjà entrepris une étude sur les aciers à grande vitesse de coupe, mais en ayant égard seulement à la consommation du travail en fonction de la vitesse, de la largeur, de la profondeur et de la coupe et sans s'occuper de ce qui était relatif à l'outil même (1).

La détermination des efforts exercés par l'outil verticalement et latéralement selon la vitesse et l'angle de coupe, la forme du tranchant, la durée de l'outil suivant sa forme et son mode d'emploi, etc., font au contraire l'objet de cette deuxième étude résumée dans un mémoire qui a été présenté à diverses sociétés techniques et que reproduisent *L'Engineering*, du 1^{er} juillet, et *The Engineer*, des 10, 17 et 24 juin.

La méthode a comporté l'emploi de deux dynamomètres puissants, capables de mesurer jusqu'à 15 tonnes les efforts verticaux et latéraux, et qui sont décrits plus spécialement.

L'étude a comporté plus de trois cents séries de mesures. Quelques-uns des résultats trouvés sont résumés sous forme de diagrammes.

MÉTALLURGIE

L'écrasement considéré comme méthode d'essai pour les fontes de moulage. — M. DENIS ayant recherché un moyen d'effectuer des essais sur la fonte moulée, sans recourir à des barreaux spéciaux, a pensé que la question pouvait être résolue avantageusement si l'on avait la faculté de substituer aux procédés actuels, l'essai par écrasement sur des cylindres ou *crushers* prélevés directement sur les pièces soumises à la réception.

L'auteur, pensant qu'il devait y avoir corrélation entre les résistances à l'écrasement et à la traction d'une fonte, s'est livré à des essais comparatifs dont il donne les résultats dans la *Revue de Métallurgie*, de mai 1904. D'après ces essais, on peut admettre en principe que, d'une manière générale, la résistance des fontes essayées à l'écrasement s'est révélée égale

(1) Voir le *Génie Civil*, t. XLIV, n° 4, p. 63.

au produit de celle à la traction par le coefficient 4,5 en chiffres ronds.

Il suffirait donc, pour essayer des fontes, de constater les charges d'écrasement sur des crushers découpés dans les pièces mêmes présentées en recette, sans qu'il soit nécessaire de recourir aux barreaux d'épreuve préparés spécialement et sans qu'il soit besoin de s'astreindre à assister aux coulées pendant toute la durée, ou à un moment quelconque de la fabrication.

M. Denis a étudié spécialement un procédé de prélèvement et de façonnage des crushers, qu'il décrit dans sa note. Ce procédé permet de réaliser pratiquement : 1° le découpage des crushers dans la masse d'une pièce quelconque ; 2° leur calibrage précis ; 3° l'obtention de surfaces parfaitement lisses.

Le mode de prélèvement des échantillons peut encore être simplifié en faisant venir de fonte sur les pièces, autant de petits bossages que l'on voudra et dans lesquels seront découpés les crushers. Il suffit pour cela d'imprimer, dans le moule, de petits tampons de forme voulue (18 à 20 millimètres de diamètre sur autant de hauteur). Les crushers étant prélevés, un ébarbage à la meule ou au burin suffit pour enlever toute trace des bossages, utilisés ou non comme essais.

Réunion annuelle de l'Association des fondeurs américains. — Un compte rendu de cette réunion qui a eu lieu à Indianapolis, les 7, 8 et 9 juin dernier, est donné dans l'*Engineering News*, du 16 juin, et dans l'*Iron Age*, des 9 et 16 juin.

Les principaux sujets qui ont été traités et les mémoires présentés sont les suivants :

Méthodes de construction des fonds de moules, par M. T. D. WEST ;

Fixation de la manière de spécifier les fontes et les pièces moulées ;

Apprentissage des fondeurs et mouleurs, par Ch. H. THOMAS ;

Importance de la chimie en fonderie, par M. T. T. WILSON.

La pratique des ventilateurs de cubilots, par M. W. H. CARRIER ;

Signification des spécifications pour le fondeur, par M. D. REID ;

Les besoins de la fonderie moderne, par M. D. SPENCE ;

La préparation des noyaux, par M. D. FULLER ;

La fonte dure, par M. H. E. DILLER ;

La fonte et ses éléments constitutifs, par M. H. L. WILLIAMS ;

La fabrication des modèles, par M. W. H. PARRY.

PHYSIQUE INDUSTRIELLE

Le vide dans les lampes à incandescence. — Dans l'*Electrical World*, du 21 mai, M. S. E. DOANE expose les principales méthodes employées pour faire le vide dans les lampes à incandescence.

La trompe de Sprengel est simple, facile à réparer, mais nécessite un personnel expérimenté, travaillant dans des conditions difficiles. Les diverses lampes se trouvent vidées à des vitesses différentes, les pompes fonctionnant elles-mêmes à des vitesses inégales, et les températures n'étant pas toujours les mêmes.

La pompe Geissler a évité ces défauts en apportant de nouveaux, auxquels participent du reste toutes les pompes mécaniques.

Le procédé chimique, actuellement employé, consiste à introduire une petite quantité de phosphore dans une lampe déjà vidée mécaniquement à $\frac{1}{6.000}$ d'atmosphère ; le filament est maintenu au rouge, et un courant électrique traverse les composés gazeux de l'ampoule. Dans ces conditions, il s'effectue une combinaison donnant lieu à un dépôt solide.

L'auteur, après avoir décrit la façon de procéder, en indique les difficultés, dont la principale consiste à éviter un excès de phosphore.

Il attribue aux meilleures méthodes employées pour faire le vide les principales améliorations récemment obtenues dans la qualité des lampes.

De la chauffe méthodique. — M. MERLU, mécanicien en chef de la marine, décrit, dans la *Revue Maritime*, de mai 1904, l'appareil qu'il a imaginé pour suivre méthodiquement et automatiquement la conduite des feux sur un bâtiment.

Ce régulateur, résolvant toutes les questions d'une chauffe méthodiquement ordonnée, se compose :

1° d'un producteur des intervalles de charges ou transmetteur ; 2° d'une règle du producteur des intervalles de charges ; 3° d'un enregistreur du nombre de charges ; 4° d'un indicateur de la charge et de la marche des machines ; 5° d'un indicateur de l'activité des feux.

L'auteur étudie successivement chacune des parties de son appareil et montre qu'en résumé, l'emploi de son régulateur de chauffe indique automatiquement, non seulement l'instant de la charge, mais le numéro du foyer que l'on doit charger, ainsi que l'activité de la combustion ordonnée, ce qui permet aux chefs des feux de régler la vitesse des ventilateurs et l'ouverture des cendriers ; il signale immédiatement le stoppage des machines et donne la quantité de charbon consommé entre deux stops.

Ces avantages ont été constatés pendant des essais officiels et des épreuves de longue durée faites dans le but de déterminer l'endurance de la partie électrique de l'appareil.

Ouvrages récemment parus.

Éléments de chimie inorganique. — Première partie : *Métalloïdes*, par le docteur W. OSTWALD, directeur de l'Institut de chimie physique de l'Université de Leipzig, traduit de l'allemand par L. LAZARD. — Un volume, grand in-8° de ix-542 pages, avec 106 figures. — Gauthier-Villars, éditeur, Paris, 1904. — Prix : 15 francs.

Ce livre est surtout un ouvrage didactique destiné, dans l'esprit de l'auteur, à introduire dans l'enseignement les vues et les données de la chimie théorique moderne et d'exposer, dès le début, les lois principales de la chimie physique, science exacte nouvelle dont les premiers principes ont été établis par W. Gibbs, Van t'Hoff et Arrhénius. En conséquence, l'auteur élimine systématiquement de son traité tout ce qui est du domaine de l'hypothèse, tout ce qui est en dehors des faits expérimentaux et non susceptible de mesure.

Ainsi comprise, la chimie passe de l'état de science descriptive à celui de science rationnelle, et exige de ceux qui l'étudient plus de réflexion personnelle, plus de force de pensée qu'on ne lui en accorde généralement. En revanche, son assimilation se fait mieux et elle apparaît à la fois plus facile, plus vivante et plus attrayante.

L'exposition de théories générales nouvelles en chimie est déjà une tâche malaisée ; la difficulté augmente encore si l'on s'astreint à conserver le moule étroit dans lequel sont coulés les ouvrages classiques prenant comme bases l'hypothèse atomique et la notion de valence. C'est cependant ce que l'auteur a fait, sans s'illusionner d'ailleurs sur les critiques qu'une pareille manière de faire pourra susciter.

Son procédé consiste à exposer les diverses théories au fur et à mesure que l'occasion propice se présente. Son choix est fait d'une façon assez opportune pour que, tout en continuant à étudier les métalloïdes et leurs composés dans l'ordre classique, les théories nouvelles s'enchaînent, se complètent et se précisent progressivement dans le cours de l'ouvrage. En ce qui concerne les théories nouvelles l'étudiant n'a donc jamais besoin de connaître autre chose que ce qui a déjà été traité dans les pages qui précèdent. C'est ainsi que la notion de phase est introduite à propos des changements d'état de l'eau, la loi des phases est exposée à propos de la dissociation de l'hydrate de chlore, les lois de l'équilibre et de l'action de masse à propos de la polymérisation du peroxyde d'azote, etc.

On ne trouvera pas dans cet ouvrage un amas considérable de faits, ni un recueil de recettes innombrables pour la préparation des corps, ni des renseignements technologiques. En revanche, on y trouvera un exposé très clair des théories nouvelles et des explications détaillées et toujours satisfaisantes pour l'esprit de tous les faits présentés, même des plus vulgaires, de ceux que, par habitude de leur apparition fréquente, nous nous dispensons d'analyser.

Le livre débute par les principes généraux (exposé qui pourrait trouver sa place au commencement de tout livre de sciences), les lois de conservation de la matière et de l'énergie, les phénomènes de combustion, la classification des éléments. Cette première partie occupe 74 pages ; le reste est consa-

cré à l'étude des métalloïdes et de leurs principaux composés présentés dans l'ordre ordinaire : oxygène, hydrogène, eau, halogènes, groupes de l'oxygène, de l'azote, du carbone, de l'argon, en même temps que sont exposées progressivement les théories physico-chimiques comme il a été dit plus haut.

Manuel pratique des mesures physico-chimiques, par W. OSTWALD, directeur de l'Institut de chimie physique de Leipzig, et R. LUTHER, sous-directeur de l'Institut de chimie physique, traduit sur la deuxième édition allemande, par Ad. Jouve, Ingénieur, ancien préparateur de chimie à l'Ecole Polytechnique. — Un volume, grand in-8° de 534 pages, avec 319 figures dans le texte. — Béranger, éditeur, Paris, 1904. — Prix : relié, 20 francs.

Cet ouvrage s'adresse à deux catégories de lecteurs : d'abord aux chimistes et physiciens qui, ayant connaissance des lois et des faits généraux de la chimie et de la physique, ressentent le besoin d'un aide pour augmenter le champ de leurs connaissances ; il s'adresse ensuite aux techniciens qui, lors de leurs études, n'ont eu ni l'occasion ni le besoin de faire connaissance avec celles des méthodes ou recherches les plus récentes qui sont sans intérêt direct pour eux mais qui voudraient se mettre rapidement au courant dans des branches différentes de la leur.

Dans leur ouvrage, les auteurs se sont efforcés de présenter un ensemble méthodique qui conduise à l'exécution des mesures non seulement physiques ou chimiques, mais encore physico-chimiques, et cela dans le but d'aider au développement des nouvelles théories dont M. Ostwald a été un des premiers propagateurs ; aussi à côté des chapitres tout spéciaux, y a-t-il quelques parties d'intérêt général qui seront consultées avec fruit par tous, comme ceux ayant trait aux calculs, à la mesure des longueurs, aux pesées, à la mesure et au réglage des températures et des pressions, au volume, à la densité, au travail du verre, etc.

Les autres chapitres ayant un caractère plus spécial sont les suivants :

Mesure des températures constantes : changements d'état, tensions de vapeurs, points critiques ; mesures calorimétriques, optiques, électriques ; frottement interne, tension superficielle et diffusion dans les liquides, solubilité ; détermination des poids moléculaires dans les solutions, force électromotrice, électrolytes, constantes diélectriques, quantités d'électricité, voltamètre à poids, mesure électrique des températures, dynamique chimique et emploi des méthodes physico-chimiques pour les questions chimiques.

On trouvera en outre, dans cet ouvrage, à côté de renseignements bibliographiques sur les sujets traités et d'un relevé d'exercices pratiques faits à l'Institut physico-chimique de Leipzig, un grand nombre de tours de main permettant de faire soi-même certains travaux qu'on fait généralement exécuter en dehors du laboratoire, habitude qui, quand il s'agit de recherches physico-chimiques, est d'abord onéreuse, car les appareils quoique souvent très simples sont très nombreux, maladroite ensuite car elle prive l'expérimentateur de l'entraînement nécessaire pour exécuter des expériences exigeant souvent une très grande habileté professionnelle.

L'Aide-mémoire de l'automobile (Réglementation, législation, jurisprudence, conseils pratiques, renseignements utiles), par J. DE PIETRA SANTA, chef de la section des automobiles à la Préfecture de police. — Un volume in-12 de 110 pages. — V^o Dunod, éditeur, Paris, 1904. — Prix : 2 fr. 50.

L'originalité de ce petit livre est de donner, sous une forme pratique, un résumé de tous les cas envisagés par la réglementation compliquée à laquelle sont soumis les chauffeurs.

Parmi les questions étudiées, citons : les accidents, l'achat d'une voiture, les assurances, le certificat de capacité, la circulation, les contraventions, les déclarations, les dommages, les essais, les mesures de précaution, les obligations de l'acheteur et du constructeur, les plaques d'automobiles, le remorquage, les responsabilités, les taxes, les ventes, etc.

Le Gérant : H. AVOIRON.

LE GÉNIE CIVIL

REVUE GÉNÉRALE HEBDOMADAIRE DES INDUSTRIES FRANÇAISES ET ÉTRANGÈRES

Prix de l'abonnement par an. — Paris : 36 francs; — Départements : 38 francs; — Étranger et Colonies : 45 francs. — Le numéro : 1 franc.

Administration et Rédaction : 6, rue de la Chaussée-d'Antin, Paris.

SOMMAIRE. — Travaux publics : Le barrage en béton de Barossa (Australie), p. 241. — Métallurgie : Recherches sur les aciers au molybdène, p. 242; Léon GUILLET. — Physique industrielle : Nouveaux systèmes d'allumage des becs à incandescence par le gaz, p. 245; H. GUÉRIN. — Mines : Machine d'extraction du puits Colusa, à Butte (États-Unis) (planche XVI), p. 248. — Hygiène : Emploi du sulfate de cuivre pour la destruction des algues dans les réservoirs d'eau potable, p. 249. — Variétés : Mesure indirecte de la vitesse propre des navires aériens, p. 251; — Puissance des hélices susten-

tatrices à propulsion mécanique, p. 251; — Mélangeur de fontes, système Kennedy, p. 252; — Résultats d'essais effectués avec la nouvelle locomotive express des chemins de fer de l'État badois, p. 252; — Four pour l'incinération des gadoues, dans le quartier de Westminster, à Londres, p. 253.

SOCIÉTÉS SAVANTES ET INDUSTRIELLES : Académie des Sciences (1^{er} août 1904), p. 254.

BIBLIOGRAPHIE : Revue des principales publications techniques, p. 254; — Ouvrages récemment parus, p. 256.

Planche XVI : Machine d'extraction horizontale à deux cylindres.

TRAVAUX PUBLICS

LE BARRAGE EN BÉTON DE BAROSSA (AUSTRALIE)

On vient d'achever à Barossa, près de la ville de Gowler (Australie méridionale), un barrage en béton, qui présente quelques particularités intéressantes, outre celle d'être le plus grand des ouvrages de ce genre actuellement existants en Australie. Il est, en effet, entièrement construit en béton, sans aucun parement en pierres de taille ou moellons, et, malgré sa hauteur relativement grande, 29 mètres au-dessus

niveau des eaux pour leur permettre d'arriver, par un tunnel de 2255 mètres de longueur et de 2^m 30 de diamètre, dans ledit réservoir. Cette disposition a pour but de permettre l'exclusion des eaux bourbeuses, qui coulent au moment des crues. Le régime de la rivière étant très variable, on n'ouvre la prise d'eau, à l'extrémité amont du tunnel, que quand les eaux sont claires, de sorte que le réservoir ne reçoit que des eaux pures.

On empêche les eaux de ruissellement des rives comprises entre les deux barrages de s'écouler dans le réservoir, en protégeant celui-ci, sur tout son pourtour, par un fossé de drainage, dont le développement dépasse 2 kilomètres.



FIG. 1. — BARRAGE-RÉSEROIR DE BAROSSA : Vue générale.

de l'ancien niveau de la rivière, il a une très faible épaisseur. Cette faible épaisseur a pu être réalisée grâce à la forme courbe qui lui a été donnée en plan (fig. 1 et 2) et qui lui permet de résister comme une voûte à axe vertical; elle n'est que de 1^m 37 au sommet et de 11^m 10 à la base des fondations dans la section droite médiane, section dans laquelle cette dernière épaisseur atteint sa valeur maximum (fig. 3).

Ainsi que le montre la figure 3, le profil du barrage est triangulaire, abstraction faite du renflement donné à sa partie supérieure; son parement amont est vertical, et son parement aval est incliné à 1 de base pour 2,69 de hauteur. En plan, la courbe d'implantation du parement amont est tracée suivant un arc de cercle de 60^m 95 de rayon, d'une ouverture de 135° 20', et d'un développement de 143^m 86.

En amont de ce barrage, destiné à former un réservoir d'emmagasinement, se trouve un barrage-déversoir, remontant suffisamment le

L'emplacement du barrage a été choisi en un point où l'une des rives présentait une falaise presque à pic, d'une hauteur de 30 mètres, et où la rive opposée, quoique en pente douce, formait une sorte d'éperon avançant dans le lit du fleuve.

Les fondations ont été descendues, dans toute la longueur de l'arc, jusqu'au bon sol, qui est une roche stratifiée, à la fois argileuse et sablonneuse et veinée de fines couches de micaschiste.

L'excavation était faite en gradins sur les deux rives, de façon à faire porter normalement les poussées latérales sur le fond de l'excavation.

Le mélange des éléments du béton était fait avec le plus grand soin, en opérant par pesées et non par volumes, et avec des appareils de pesée et de mélange à fonctionnement automatique; on éliminait ainsi les erreurs dues au manque d'attention des ouvriers. Avant de fixer

la composition du béton correspondant à une certaine hauteur dans le barrage, des essais étaient faits permettant de s'assurer que, dans ces conditions et à la pression exercée par cette hauteur d'eau, le béton serait parfaitement imperméable. Les lignes horizontales de la figure 3 marquent les séparations des bétons de compositions différentes. Le sable et la pierre cassée étaient soigneusement lavés; quant au ciment, il était bien aéré avant d'être employé.

On fabriquait le béton par petites quantités à la fois, environ

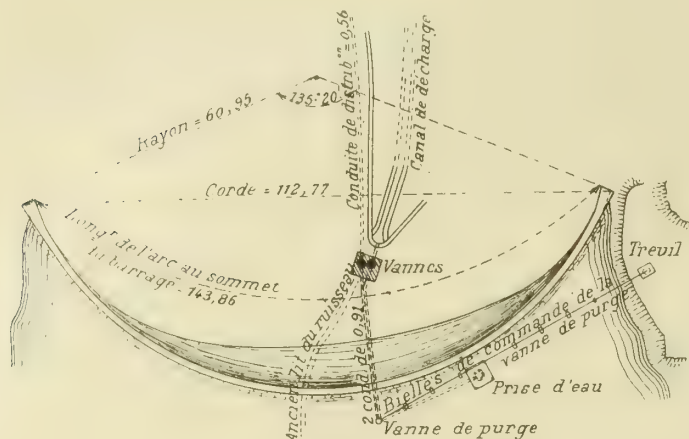


FIG. 2. — Plan du barrage de Barossa.

0m³ 380; aussitôt sorti des bétonnières, il était déposé en couches sur l'ouvrage, les lits étant disposés de telle manière que les surfaces de séparation correspondant à chaque pose et formant, pour ainsi dire, les joints de cette sorte d'appareil ne présentaient jamais de continuité ni dans le sens vertical, ni dans le sens horizontal.

Des blocs de gneiss non taillés étaient placés dans le béton en ayant soin de ménager entre eux un intervalle d'au moins 45 centimètres.

Quand la maçonnerie des fondations eut dépassé le niveau du sol, pour monter la partie extérieure du barrage et former les parements, des couchis en bois de charpente furent suspendus à des boulons d'ancrage fixés dans la partie de maçonnerie déjà construite et placés tous les 1m²⁰ verticalement. Le mode de fixation et d'enlèvement de ces boulons est assez particulier : on les mettait en place en montant la maçonnerie après les avoir enveloppés de papier serré avec du coton, ce qui permettait ensuite d'enlever facilement le boulon en laissant le papier dans le trou; le trou était alors gratté et curé de toute trace de papier et de coton, rincé avec un jet d'eau, et rempli de mortier de ciment. La mise en place rigoureuse des moules se faisait au théodolite.

A environ 4m⁵⁰ du sommet du barrage on cessa d'employer des gros blocs de gneiss à cause de la faible épaisseur du barrage dans cette région; des rangées de rails cintrés à la courbure du barrage et assemblés par des éclisses (fig. 3) furent noyées dans le béton. Leur poids total s'est élevé à 40 tonnes.

Après achèvement, le volume total du barrage, ayant été soigneusement mesuré par des méthodes précises de relèvement, fut trouvé rigou-

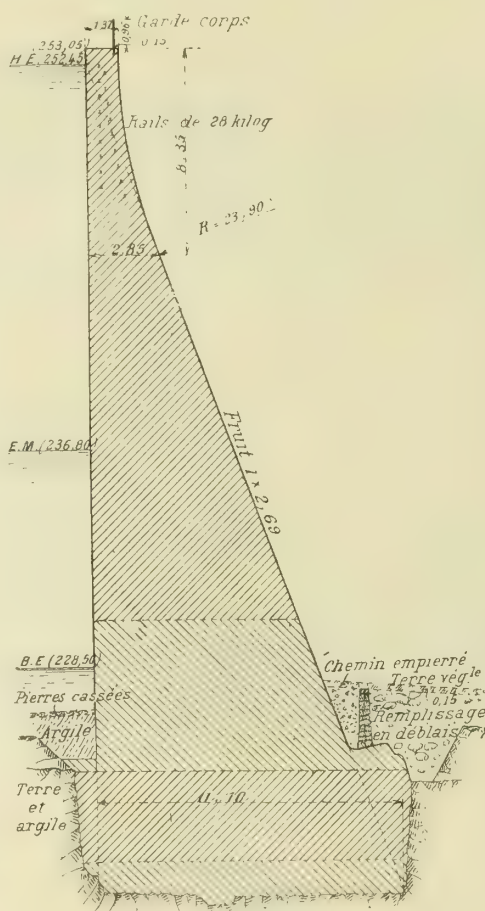


FIG. 3. — Coupe du barrage.

reusement égal à celui qu'on déduisait du poids des matériaux entrés dans sa composition.

Le prix total de l'ouvrage a été de 4 217 000 francs, très inférieur, grâce à la réduction d'épaisseur et à la forme en voûte, au prix de 5 725 000 francs auquel il avait été tout d'abord évalué, en employant un profil suffisamment épais pour pouvoir résister à la poussée de l'eau par son seul poids et abstraction faite de la forme courbe.

Des dispositions avaient été prises pour assurer le remplissage du réservoir au fur et à mesure de l'avancement des travaux, mais le régime intermittent de la rivière Para ne permit pas de le remplir avant septembre 1903.

Pendant la construction la température a varié de - 2 degrés à + 55 degrés. En temps de gelée la maçonnerie était recouverte de paillassons et des feux produisant beaucoup de fumée furent allumés au sommet de la maçonnerie, vraisemblablement pour éviter le rayonnement calorifique plutôt que pour réchauffer la maçonnerie. Ce procédé s'est montré très efficace pour empêcher le gel du béton fraîchement posé.

D'après l'*Engineering News*, auquel nous empruntons ces renseignements, une observation faite, depuis la mise en service, pendant six jours où la température a varié de 31 degrés, a montré que pour cet écart de température la flèche augmente de 21 millimètres, ce qui correspond à un allongement de l'arc de 37 millimètres.

MÉTALLURGIE

RECHERCHES SUR LES ACIERS AU MOLYBDÈNE

FABRICATION. — La fabrication des aciers au molybdène ne présente pas plus de difficultés que celle des aciers au tungstène; il faut toutefois faire remarquer que cette fabrication n'a guère été faite que sur une échelle fort restreinte.

Les aciers que nous avons étudiés ont été préparés au creuset, aux aciéries d'Imphy, par les soins de la Société Commentry-Fourchambault, et ont été analysés dans les laboratoires de ces usines. Ils se divisent en deux séries distinctes, l'une très peu carburée, l'autre à teneur en carbone élevée (0,800 % environ).

Le tableau suivant résume d'ailleurs leurs analyses.

	NUMÉRO de l'échantillon	C	Mo	Si	S	Ph	Mn
Série I.	1	0,188	0,450	0,117	0,009	0,018	0,070
	2	0,158	1,005	0,110	0,032	0,018	0,100
	3	0,138	2,290	0,128	0,009	0,021	0,168
	4	0,289	1,300	0,117	0,039	0,026	0,500
	5	0,489	9,300	0,304	0,062	0,026	0,480
Série II.	1	0,735	0,504	0,210	0,032	0,021	0,260
	2	0,841	1,210	0,049	0,018	0,240	0,996
	3	0,814	1,980	0,175	0,034	0,016	0,300
	4	0,824	5,750	0,304	0,023	0,020	0,380
	5	0,689	9,540	0,243	0,060	0,032	0,360
	6	0,692	14,640	0,373	0,090	0,032	0,230

Ajoutons de suite que l'on rencontre, pour les aciers les plus riches, de grandes difficultés dans le traitement mécanique. C'est ainsi que les aciéries d'Imphy n'ont pas pu laminier les aciers renfermant 4,5 % de molybdène et plus dans la première série, et ceux contenant plus de 2 % de molybdène dans la seconde.

MICROGRAPHIE. — 1° *Aciers bruts de forge*. — Si l'on examine au microscope les aciers renfermant 0,200 % de carbone (fig. 1), on trouve de la perlite, tant que le pourcentage de molybdène n'atteint pas 2; on remarque, de plus, que cette perlite est extrêmement déliée, et que même à de faibles grossissements (160 diamètres) on aperçoit nettement les lamelles alternantes.

A 2,5 % on trouve bien encore de la perlite, mais elle se présente en filaments très déliés et extrêmement fins; on sent bien que la structure est sur le point de changer.

En effet, dès qu'on dépasse cette teneur, on aperçoit un nouveau constituant qui se présente en vermiculé blanc dans l'attaque à l'acide picrique, et qui se colore en gris sous l'action du picrate de soude en solution sodique.

Ce constituant se rencontre dans les aciers à plus haute teneur en molybdène. D'ailleurs, dans les aciers qui n'ont pu être laminés, il est parfois extrêmement développé.

Les aciers renfermant 0,800 % de carbone (fig. 2 et 3) présentent une division analogue. Les premiers sont perlitiques et leur perlite est très déliée. Dès que le pourcentage en molybdène atteint les environs

de 1,5 %, on voit apparaître, après attaque à l'acide picrique, le constituant blanc déjà trouvé dans les aciers de la première série.

Ici les aciers présentent parfois la micrographie d'un eutectique, formé probablement par le constituant spécial et le fer; ceci se présente surtout pour les aciers à 9,5 et 14,6 % de molybdène (fig. 4).

En résumé, l'étude micrographique des aciers au molybdène bruts de forge conduit à diviser ces aciers en deux classes : les aciers perlitiques et les aciers à constituant spécial.

Quant au constituant spécial que nous venons de rencontrer, c'est un carbure. Il était d'ailleurs aisé de le présumer; nous avons vu que plus l'acier renferme de carbone, plus tôt apparaît le constituant.

De plus, nous verrons plus loin qu'un acier perlitique cémenté assez profondément le laisse apparaître sur les bords.

La micrographie conduit donc, pour les aciers au molybdène, à des

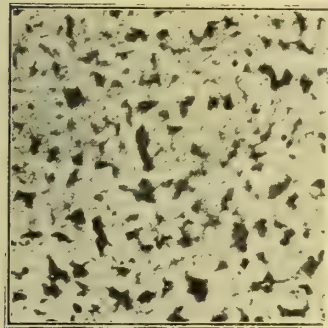


FIG. 1.

C = 0,188 %; Mo = 0,450 %.

Grossissement : 460 diamètres.

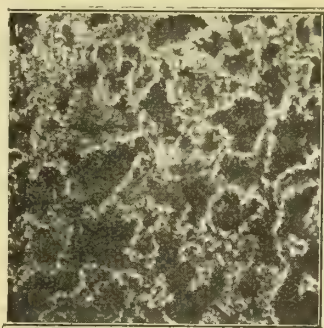


FIG. 2.

C = 0,735 %; Mo = 0,504 %.

Grossissement : 460 diamètres.

conclusions identiques à celles que nous avons déjà données pour les aciers au tungstène; le tableau suivant donne, d'ailleurs, leur constitution.

Classe.	Microstructure.	Aciers à 0,200 % C.	Aciers à 0,800 % C.
I	Perlite	De 0 à 2 % de Mo	De 0 à 1 % de Mo
II	Carbure double	Mo > 2 %	Mo > 1 %

Ce tableau indique bien que le molybdène agit comme le tungstène; mais il faut quatre fois moins de molybdène que de tungstène pour amener la transformation.

2° *Aciers trempés.* — L'étude de l'influence des traitements a été poursuivie dans le même ordre que pour les aciers au tungstène. C'est

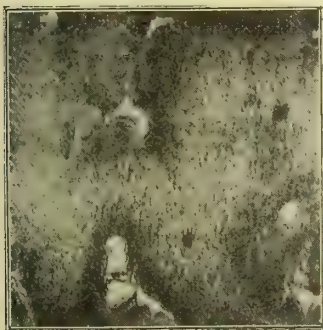


FIG. 3.

C = 0,824 %; Mo = 5,75 %.

Grossissement : 360 diamètres.

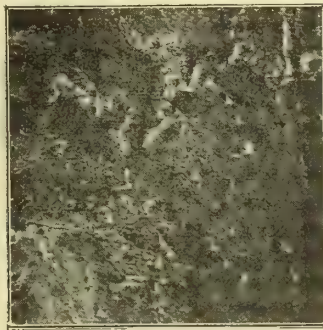


FIG. 4.

C = 0,692 %; Mo = 14,64 %.

Grossissement : 360 diamètres.

dire que nous avons essayé tout d'abord des trempes à 850 degrés dans l'eau; puis des trempes à différentes températures dans l'air et dans l'eau.

La trempe modifie les aciers perlitiques comme les aciers au carbone ordinaires.

Les aciers à carbure double donnant des résultats différents suivant leur teneur en molybdène; plus ce pourcentage est élevé, plus la trempe à 850 degrés dans l'eau à + 20 degrés laisse de carbure non dissous et, même pour des aciers à assez haute teneur en molybdène (5 % environ), on ne voit plus de martensite au microscope.

Toutefois on peut ajouter que, plus la température de trempe est élevée, plus il semble se dissoudre de carbure double. Ceci est assurément difficile à préciser, car l'observation est parfois délicate.

Le phénomène de la trempe à l'air, que nous avons analysé pour les aciers au tungstène, se retrouve ici dans des conditions identiques. Les aciers à 0,800 % de carbone contenant entre 1 et 5 % de molyb-

dène, portés à une température d'au moins 900 degrés et refroidis dans un courant d'air froid, montrent à la surface, et à la surface seulement, de la martensite très fine.

Cette martensite est accompagnée d'un peu de troostite si la température n'est pas supérieure à 900 degrés; elle est généralement pure, si la température est d'au moins 1 000 degrés.

Ce phénomène, nous le répétons, n'est que superficiel; il suffit de creuser à la meule la surface de quelques millimètres pour ne plus apercevoir trace de trempe. D'ailleurs, entre la surface martensitique et la couche qui ne présente plus que le carbure double, on trouve des traces de transformations intermédiaires, notamment de la troostite.

3° *Aciers recuits.* — Le recuit n'a d'influence sur la microstructure des aciers à carbure double que si la température est supérieure à 900 degrés et si le recuit dure au moins quatre heures; dans ces conditions, on note un accroissement très net des grains (fig. 5).

Enfin, les aciers contenant 0,800 % de carbone et de 0,5 à 2 % de molybdène présentent ce phénomène particulier que nous avons découvert avec certains aciers au tungstène et qui consiste dans une microstructure spéciale après recuit à haute température (fig. 6).

Il suffit, en effet, de porter l'acier à 0,735 % de carbone et 0,5 % de molybdène à 1 200 degrés pendant quatre heures et de le laisser refroidir lentement, pour obtenir une structure en aiguilles très nettes que l'acide picrique fait apparaître en blanc et que le picrate de soude en solution sodique colore légèrement en gris. Ici donc le phénomène apparaît dans les aciers assez carburés qui forment la limite entre les aciers perlitiques et les aciers à carbure double.

Pour les raisons déjà données dans l'étude des aciers au tungstène,

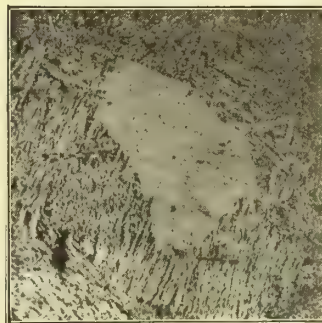


FIG. 5.

C = 0,138 %; Mo = 2,29 %.

(recuit à 1 200 degrés).

Grossissement : 460 diamètres.

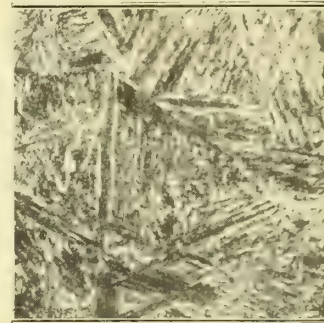


FIG. 6.

C = 0,735 %; Mo = 0,50 %.

(recuit à 1 200 degrés).

Grossissement : 460 diamètres.

ce constituant ne saurait être de la martensite et nous pensons qu'on ne doit le considérer que comme une forme spéciale de constituant spécial.

4° *Aciers cémentés.* — Si l'on cimente pendant huit heures à 1 200 degrés, par un mélange de charbon et de carbonate de baryum, l'acier à 0,138 % de carbone et 1 % de molybdène, on voit très nettement sur le bord des rognons du constituant spécial.

Si l'on fait la même opération sur l'acier à 0,289 % de carbone et 4,5 % de molybdène, qui est à carbure double, on trouve, dans la micrographie, ce constituant en très grande abondance à la périphérie.

Ces expériences démontrent donc bien que le constituant spécial est un carbure.

Des faits, que nous développerons ultérieurement, nous semblent de nature à prouver que ce carbure double n'est pas un constituant défini, mais bien une cémentite dans laquelle le molybdène se substitue en plus ou moins grande quantité au fer.

PROPRIÉTÉS MÉCANIQUES. — Ces propriétés n'ont été déterminées que sur les aciers qui ont pu être laminés.

1° *Aciers bruts de forge.* — Pour les aciers à 200 % de carbone, on remarque une augmentation sensible de la charge de rupture et de la limite élastique au fur et à mesure qu'augmente la teneur en molybdène; les allongements et les strictionnements restent d'abord élevés.

Lorsqu'on arrive à la limite des aciers perlitiques et des aciers à carbure double, on trouve un accroissement brusque de la charge de rupture et surtout de la limite élastique. Dès qu'on dépasse un peu les teneurs correspondant à l'acier qui se trouve sur la limite des deux groupes, les allongements et les strictionnements tombent à des valeurs très faibles.

L'acier à 0,188 % de carbone et 0,45 % de molybdène, lequel est perlitique, a donné (1) :

R = 48,9; E = 37,6; A % = 18,5; Σ = 69,3.

(1) R : résistance à la rupture; E : limite d'élasticité; A : allongement; Σ : striction.

L'acier renfermant 0,158 % de carbone et 1 % de molybdène, qui est encore perlitique, a fourni :

$$R = 64,0; \quad E = 39,5; \quad A \% = 17; \quad \Sigma = 66,5.$$

On voit que la charge de rupture croît nettement, les autres caractéristiques ne subissant pas de changement appréciable.

L'acier à 0,138 % de carbone et 2,29 % de molybdène, qui est sur la limite des aciers perlitiques et des aciers à carbure double, a donné :

$$R = 82,8; \quad E = 67,7; \quad A \% = 17,5; \quad \Sigma = 62,1.$$

On voit que la charge de rupture et surtout la limite élastique ont subi un accroissement extrêmement net, tandis que ces allongements et la striction n'ont pas sensiblement varié.

Enfin, l'acier à 0,289 % de carbone et 4,5 % de molybdène offre une charge de rupture et une limite élastique vraiment extraordinaires pour un acier à si basse teneur en carbone; mais les allongements et strictions sont faibles.

On a obtenu, en effet :

$$R = 130,6; \quad E = 103,2; \quad A \% = 6; \quad \Sigma = 7,5.$$

Pour la seconde série, dans l'acier à 0,735 % de carbone, dès 0,56 % de molybdène on se trouve sur la limite des aciers perlitiques et des aciers à carbure double. On a donc d'ores et déjà une charge de rupture et une limite élastique très fortes :

$$R = 115,2; \quad E = 82,8; \quad A \% = 7; \quad \Sigma = 7,5.$$

La charge de rupture augmente nettement avec la teneur en molybdène, les allongements et les strictions diminuent lentement. On a obtenu :

1° Pour l'acier à 0,811 % de carbone et 1,21 % de molybdène :

$$R = 120,5; \quad E = 78,3; \quad A \% = 6,5; \quad \Sigma = 5,6;$$

2° Pour l'acier à 0,814 % de carbone et 1,98 % de molybdène :

$$R = 143,1; \quad E = 101,7; \quad A \% = 4; \quad \Sigma = 5,3.$$

En résumé, l'action du molybdène est très nette : tant que les aciers sont perlitiques, la charge de rupture augmente, mais lentement, la limite élastique est très faiblement accrue, les allongements et les strictions ne varient pas sensiblement; mais au moment où apparaît le carbure double, la charge de rupture et la limite élastique font un bond considérable et les allongements et strictions diminuent très nettement.

L'intensité avec laquelle agit le molybdène est certainement à noter. C'est avec le carbone et aussi le vanadium, dont nous parlerons très prochainement, l'un des éléments qui ont le plus d'action sur les propriétés mécaniques du fer.

Les essais au choc et à la dureté donnent des résultats non moins nets, non moins précis que les essais à la traction que nous venons d'analyser.

Les aciers perlitiques ont une résistance au choc semblable à celle des aciers au carbone; le carbure double apporte avec lui une grande fragilité.

La dureté des aciers perlitiques au molybdène est plus grande que celle des aciers ordinaires à même teneur en carbone.

Les aciers à carbure double possèdent une dureté minéralogique extrêmement élevée.

L'acier à 0,158 % de carbone et 1 % de molybdène a donné :

Choc : 27 kilogrammètres; chiffre de Brinell : 118.

L'acier à 0,138 % de carbone et 2,3 % de molybdène a fourni :

Choc : 15 kilogrammètres; chiffre de Brinell : 212.

Cet acier est sur la limite des aciers perlitiques et à carbure double.

Nous avons noté avec l'acier à 0,289 % de carbone et 4,5 % de molybdène, lequel n'est formé que de carbure double :

Choc : 13 kilogrammètres; chiffre de Brinell : 387.

On voit que cet acier est fragile et très dur.

Quant aux aciers à 0,800 % environ de carbone, ils ont donné 1 à 2 kilogrammètres; leurs chiffres de Brinell vont en croissant de 286 à 332.

L'action du molybdène sur la résistance au choc et sur la dureté minéralogique est donc très nette : la dureté augmente tout d'abord lentement, la résistance au choc ne varie pas; puis, au moment de l'apparition du carbure double, la fragilité devient très grande et la dureté très grande aussi, mais à peu près indépendante de la teneur en carbone.

2° *Aciers trempés.* — Les aciers perlitiques au molybdène donnent une charge de rupture et une limite élastique beaucoup plus élevées après trempe qu'avant. Il est même extraordinaire de voir l'influence de ce traitement sur des aciers à teneur en carbone extrêmement faible.

Nous citerons les principaux résultats obtenus :

1° L'acier à 0,188 % de carbone et 0,45 % de molybdène a donné

$$R = 84,3; \quad E = 48,3; \quad A \% = 2; \quad \Sigma = 12,7;$$

2° L'acier à 0,158 % de carbone et 1,00 % de molybdène a fourni :

$$R = 75,3; \quad E = 46,7; \quad A \% = 3; \quad \Sigma = 12,4;$$

3° L'acier à 0,138 % de carbone et 2,29 % de molybdène a donné :

$$R = 82,8; \quad E = 82,8; \quad A \% = 6; \quad \Sigma = 11,5.$$

Tous les aciers de la série à 0,800 % de carbone ont tapé à la trempe : ils n'ont pu être essayés à la traction.

Nous n'avons donc qu'un seul exemple d'acier à carbure double trempé; c'est l'acier à 0,289 % de carbone et 4,50 % de molybdène. Il a donné :

$$R = 122,0; \quad E = 84,3; \quad A \% = 2; \quad \Sigma = 12,7.$$

Il semble un peu adouci par la trempe.

Les essais au choc et à la dureté ont donné des résultats dans le même sens. La fragilité et la dureté des aciers perlitiques augmentent par trempe. La dureté atteint, même pour des aciers à faible teneur en carbone, des valeurs très élevées; elle est surtout extraordinaire dans les aciers à carbure double. Nous avons obtenu :

Avec l'acier à 0,188 % de carbone et 0,45 % de molybdène : choc : 5; chiffre de Brinell : 207

— 0,158 —	— 1,00 —	— 8 —	— 196
— 0,138 —	— 2,29 —	— 7 —	— 228
— 0,289 —	— 4,50 —	— 5 —	— 444
— 0,735 —	— 0,50 —	— 0 —	— 512
— 0,811 —	— 1,21 —	— 0 —	— 444
— 0,814 —	— 1,98 —	— 1 —	— 532

En résumé, la trempe à 850 degrés a une action extraordinairement marquée sur les aciers perlitiques; elle semble ne pas avoir d'action sensible sur les aciers à carbure double.

Nous avons voulu déterminer, de plus, l'influence que pourrait avoir la trempe à l'air sur certains aciers au molybdène. La modification apportée par ce traitement est très faible; ceci, d'ailleurs, se comprend aisément, la superficie étant seule atteinte.

3° *Aciers recuits.* — Comme sur la plupart des aciers, le recuit à 900 degrés a un effet très net d'adoucissement. Nous avons obtenu :

Avec l'acier à 0,188 % de carbone et 45 % de molybdène :

$$R = 45,3; \quad E = 34,2; \quad A \% = 16; \quad \Sigma = 43,5;$$

avec l'acier à 0,138 % de carbone et 2,29 % de molybdène :

$$R = 75,4; \quad E = 58,5; \quad A \% = 3,5; \quad \Sigma = 7,5;$$

avec l'acier à 0,814 % de carbone et 1,98 % de molybdène :

$$R = 125,7; \quad E = 93,3; \quad A \% = 2; \quad \Sigma = 5,2.$$

Mais il est à noter, ce qui est fréquent dans les recuits un peu prolongés (ceux-ci ont été de quatre heures), que les allongements et les strictions ont baissé en même temps que la charge de rupture et la limite élastique.

CONCLUSIONS. — Les essais que nous venons de décrire conduisent à diviser les aciers au molybdène en deux classes :

1° Les *aciers perlitiques*, qui possèdent une charge de rupture et une limite élastique d'autant plus fortes que la teneur en molybdène est plus grande; leur résistance au choc est élevée; leur dureté augmente avec la teneur en molybdène. La trempe modifie leurs propriétés dans le même sens que celles des aciers au carbone, mais avec beaucoup plus d'énergie;

2° Les *aciers à carbure double*, qui possèdent une charge de rupture et une limite élastique très élevées. Mais ces aciers ont de faibles allongements et strictions; de plus, ils sont fragiles et très durs. Quant à la trempe, elle paraît plutôt les adoucir.

Ces conclusions peuvent se résumer dans un diagramme tout aussi simple que celui que nous avons donné pour les aciers au tungstène. La droite séparant les aciers perlitiques des aciers à carbure double part du même point de l'axe des x (1,600 % de carbone), mais arrive au point 2,5 % de molybdène sur l'axe des y .

Au-dessous de cette droite se trouvent les aciers perlitiques. Au-dessus, les aciers à carbure double.

En résumé, les aciers au molybdène ont la même constitution et possèdent les mêmes propriétés mécaniques que les aciers au tungstène. Mais il faut quatre fois moins de molybdène que de tungstène pour obtenir le même effet.

LÉON GUILLET,
Docteur ès Sciences,
Ingénieur des Arts et Manufactures.

PHYSIQUE INDUSTRIELLE

NOUVEAUX SYSTÈMES D'ALLUMAGE

des becs à incandescence par le gaz.

Depuis que les becs à incandescence sont entrés dans la pratique de l'éclairage public et privé, on a dû abandonner l'ancien système d'allumage, qui consistait à introduire dans la lanterne, par une ouverture réservée dans le verre du fond, la flamme d'une lampe à huile disposée au bout d'une perche.

La présence d'une cheminée en verre, ou la fragilité du manchon pour les types de brûleurs dépourvus de cheminées, s'opposaient, en effet, à son emploi. De là différents systèmes d'allumage spéciaux, dont nous ne décrivons ici que les plus employés.

I. ALLUMAGE PAR INJECTEUR A CUILLER. — Ce système (fig. 1) comporte : 1° un tube d'allumage T, dont un côté est muni d'une pomme ou sifflet d'allumage P, et dont l'autre se termine sous la cuiller C, placée au-dessus et dans l'axe de la cheminée du bec; 2° une conduite d'alimentation O et un injecteur I, situé en regard du tube d'allumage. Cette conduite est alimentée de gaz au moyen d'un robinet à trois voies qui remplace le robinet ordinaire de la conduite générale.

Pendant l'extinction, la clé du robinet occupant la position *a*, il suffit, pour procéder à l'allumage, de l'amener dans la position *b*, qui correspond au passage du gaz dans le brûleur et dans la conduite

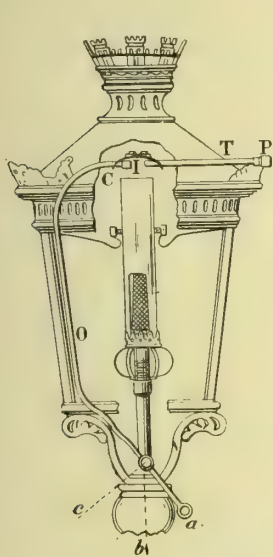


FIG. 1. — Allumage par injecteur à cuiller.

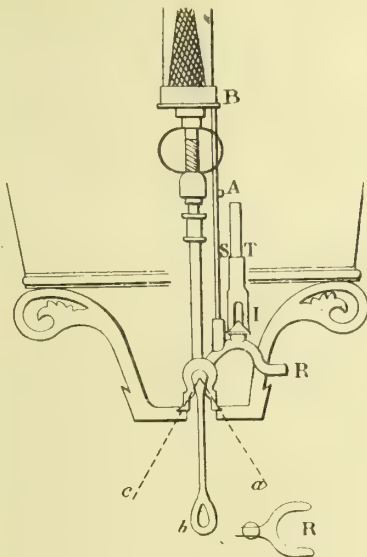


FIG. 2. — Allumage à rampe à pistolet.

d'alimentation. Si l'on présente ensuite la lampe d'allumeur contre le sifflet P, le gaz projeté par l'injecteur I pénètre dans le tube T et s'enflamme; la petite flamme produite à l'injecteur allume à son tour le gaz qui traverse la cheminée du bec. Pour interrompre le passage du gaz dans la conduite O, il suffit d'amener le robinet dans la position *c*, qui ne laisse plus passer le gaz que dans le bec.

Ce mode d'allumage n'est pratique à l'extérieur que si le temps est calme, et il exige un entretien assez fréquent de l'injecteur, qui s'engorge facilement, mais il a l'avantage de permettre l'utilisation de la lampe d'allumeur ordinaire.

II. ALLUMAGE A RAMPE A PISTOLET. — Cet allumage comporte une rampe R (fig. 2), communiquant d'une part avec un robinet à trois voies, et se terminant d'autre part en forme de croissant; c'est entre les branches de ce croissant que l'on présente la lampe d'allumeur. Sur cette rampe R est branchée une autre rampe S, percée de plusieurs trous dans sa partie AB, et pénétrant dans la galerie du bec, au droit du brûleur. Le tube T, branché sur cette même rampe, surmonte un brûleur Bunsen ordinaire, muni d'un injecteur I.

Pour opérer l'allumage, on amène la clé du robinet dans la position *b*; le gaz passe à la fois dans le brûleur, dans les rampes R et S, et dans l'injecteur I. Au contact de la lampe placée dans le croissant, le gaz s'enflamme, prend à l'injecteur I et, par l'intermédiaire du tube T, met le feu à la partie AB de la rampe S. Il ne reste plus qu'à pousser la clé dans la position *c*, pour interrompre le passage du gaz dans la rampe R.

III. SYSTÈME FRITZ. — Pour obvier à l'inconvénient du vent, que nous avons signalé plus haut, la Société Française d'Incandescence par le Gaz a construit, suivant les indications de M. Fritz, un dispositif qui permet d'introduire la lampe d'allumeur dans la lanterne même, c'est-à-dire à l'abri du vent.

Ce dispositif (fig. 3) consiste dans l'emploi d'une rotule dont la par-

tie mâle M fait corps avec la lampe ordinaire, et dont la partie femelle F, munie d'un trapillon T, est fixée sur le fond de la lanterne. Le rayon de la sphère de la rotule, le diamètre de l'orifice de la partie femelle et celui de la base de la lampe sont choisis de manière que, même dans l'obscurité, le choc ou le contact de la lampe avec les appareils placés dans la lanterne soit évité.

La figure 4 représente une application de l'appareil à rotule à l'allumage d'un bec à incandescence, par l'intermédiaire d'une rampe à gaz placée entièrement à l'intérieur de la lanterne.

Le trapillon se referme par son propre poids, de manière à assurer le fonctionnement normal de l'éclairage.

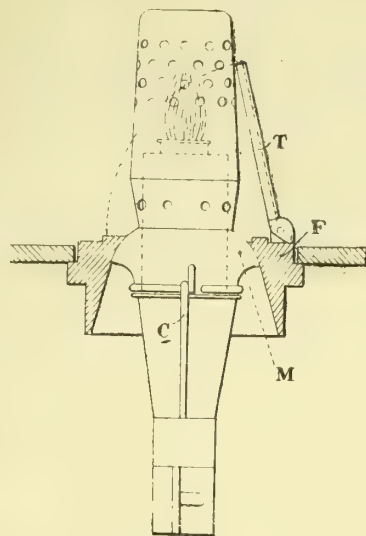


FIG. 3. — Allumage à rotule, système Fritz.

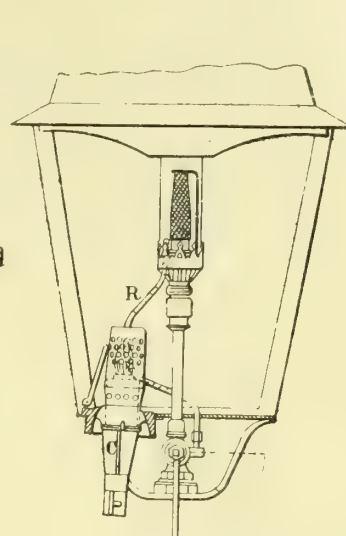


FIG. 4. — Application du système Fritz sur une lanterne.

IV. ALLUMAGE A TRAPPE. — L'allumage le plus simple, sinon le plus efficace, est l'allumage à trappe, qui consiste à introduire, au-dessus du bec, un allumeur coudé, par l'intermédiaire d'une ouverture pratiquée dans le chapiteau de la lanterne. Cette ouverture est recouverte d'une trappe à contrepoids, dans le cas d'une lanterne carrée, ou d'un couvercle monté à charnière à l'extrémité d'un tube, dans le cas d'une lanterne ronde.

La lampe ordinaire d'allumeur ne peut pas être utilisée avec ce dis-

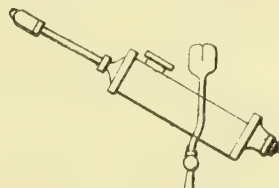


FIG. 5. — Lampe à alcool.

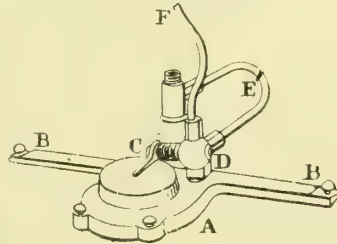


FIG. 6.

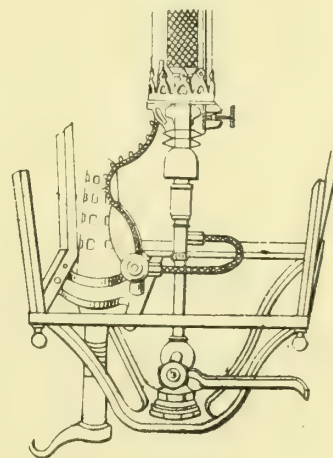


FIG. 7.

FIG. 6 et 7. — Allumage de la Société Industrielle d'Éclairage par incandescence.

positif. Elle est remplacée par une petite lampe à alcool (fig. 5) maintenue dans une position oblique. Ce système présente l'inconvénient que la flamme à alcool s'éteint sous l'influence du moindre courant d'air.

V. ALLUMAGE DE LA SOCIÉTÉ INDUSTRIELLE D'ÉCLAIRAGE PAR INCANDESCENCE. — Le dispositif (fig. 6) imaginé par la Société Industrielle d'Éclairage se fixe à la base de la lanterne au moyen d'une barrette B. Il comporte un clapet C, maintenu contre son siège A au moyen d'un fort ressort à boudin; puis un robinet automatique D, communiquant avec une rampe d'alimentation E et avec une rampe d'allumage F.

L'allumage se fait en deux mouvements : l'ouverture du robinet de la lanterne et l'introduction de la lampe à huile ordinaire dans la lanterne. Le premier mouvement permet de faire passer le gaz dans le brûleur et dans le tube d'alimentation E. Le second mouvement fait soulever le clapet, qui amène la clé du robinet D dans la position con-

venable pour alimenter la rampe F. Celle-ci étant percée de trous, le gaz s'allume au contact de la lampe à huile, et communique le feu au brûleur. En retirant la lampe, on produit la fermeture du clapet et, par suite, celle du robinet D, de sorte que le gaz ne passe plus dans la rampe d'allumage. La figure 7 montre la disposition de cet appareil dans une lanterne.

Ce système a l'avantage de permettre l'utilisation de la lampe ordinaire, de fonctionner par n'importe quel temps, et de n'exiger qu'un mouvement du robinet. Il permet aussi l'emploi de la perche à alcool. Dans ce cas, la rampe d'allumage et le robinet automatique sont supprimés.

VI. ALLUMAGE PAR VEILLEUSE. — L'allumage de tous les brûleurs Auer peut également se faire en maintenant au centre du bec ou latéralement une veilleuse permanente; un simple mouvement de la clef du robinet permet au gaz de passer dans le brûleur et de s'allumer au contact de la veilleuse. Ce système offre l'avantage de supprimer la lampe d'allumeur, mais il a des inconvénients, comme l'a indiqué M. Pelletreau (1).

Dans le but de réduire la consommation de cette veilleuse, on réduit en effet la longueur de la flamme, ainsi que les dimensions du conduit de gaz, ce qui amène fréquemment le soufflage de la flamme et l'engorgement du conduit.

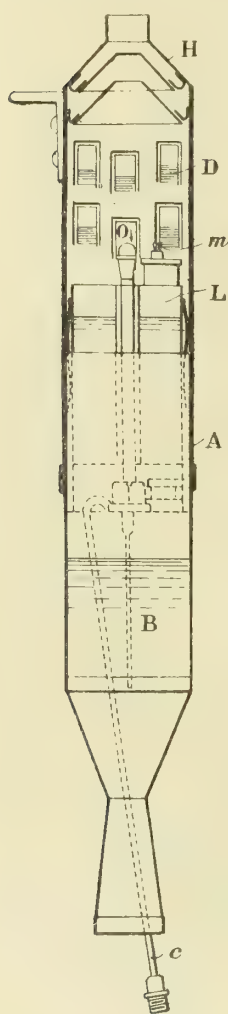


FIG. 8.
Lampe d'allumeur
à alcool.

VII. ALLUMAGE PAR LA PERCHE À ALCOOL. — Dans ce système, l'allumage est fait directement par une perche que l'on introduit directement dans la lanterne par le trapillon.

Cette perche (fig. 8) comporte un fourreau A, dans l'intérieur duquel se trouve une lampe à huile L, évidée suivant son axe, et un réservoir à alcool B, dans lequel plonge un tube T se prolongeant dans la partie évidée du réservoir à huile, et terminé à sa partie supérieure par un petit ajutage percé d'un trou O. Un autre tube C, longeant la perche, sert de conduit à l'air que l'on comprime dans le réservoir à alcool au moyen d'un tube en caoutchouc et d'une poire. Les fenêtres D et les chapeaux H sont disposés de façon à produire une aération suffisante pour la combustion, tout en évitant les rentrées d'air qui souffleraient la lampe.

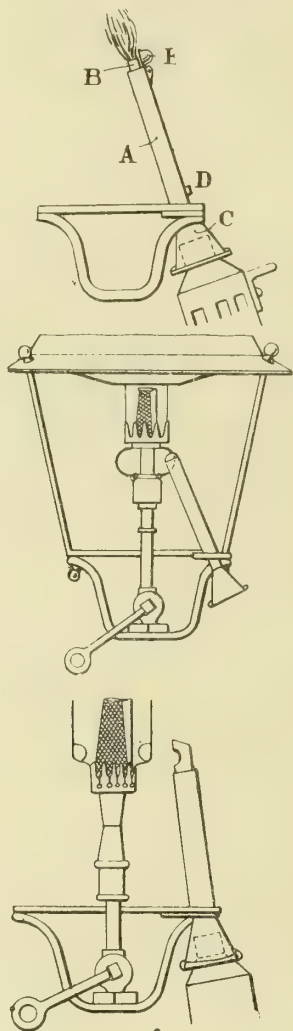


FIG. 9, 10 et 11. — Allumage
de la Société Française d'Incandescence
par le Gaz.

Pour procéder à l'allumage, on appuie sur la poire en caoutchouc. L'alcool comprimé par l'air ainsi injecté pénètre dans le tube T et produit, au contact de la petite flamme *m* de la lampe à huile, une longue flamme d'alcool qui atteint le bas de la galerie du bec et allume le gaz.

Une perche analogue est utilisée par la Compagnie Parisienne du Gaz pour l'allumage des becs de la Ville de Paris.

Ce système offre l'avantage de n'exiger aucun appareillage spécial dans la lanterne, et de conserver le robinet d'admission actuel.

Il offre par contre les inconvénients suivants :

La lampe d'allumeur n'étant pas guidée lors de son introduction dans la lanterne, il faut à l'allumeur une grande habileté pour ne pas heurter la galerie du bec et, par suite, briser le manchon ou la cheminée. D'autre part, l'ouverture ménagée dans le fond de la lanterne pour le passage de la lampe n'est pas toujours refermée par le trapillon, ce qui expose le manchon aux coups de vent.

Pour y remédier, la Société des Établissements Lacarrière applique un dispositif de guide-perche, créé par M. Badon-Pascal, consistant en un tronc de cône, qui permet d'amener la perche devant l'ouverture par laquelle doit passer la flamme d'alcool, et un clapet porté par un axe qui pivote dans les montants de la lanterne. Ce clapet, limité dans sa course, n'atteint jamais la position verticale et retombe ainsi de lui-même quand on retire la perche. Une rondelle de cuir agrafée sur l'ouverture amortit les chocs résultant de cette chute. Le clapet est relié au robinet pour que l'admission du gaz dans le brûleur se produise en même temps que l'on introduit la perche dans la lanterne.

Dans le même ordre d'idées, la Société Française d'Incandescence par le Gaz adapte à la lanterne un fourreau en cuivre A (fig. 9 et 10) dans lequel s'introduit librement un tube B terminé à sa partie inférieure par un cône C. Une vis D qui s'engage dans une rainure du tube B l'empêche de tourner dans le fourreau. A l'extrémité supérieure est fixé, pour les becs à cheminée ordinaire, un couvercle E qui, en raison de l'inclinaison de A, obture d'une façon permanente cet orifice; et pour les becs à cheminée perforée, le tube B est fermé à sa partie supérieure et percé d'une ouverture latérale en biseau (fig. 11).

Le fonctionnement de l'allumage avec la perche décrite plus haut s'explique facilement. Le robinet ayant été ouvert, il suffit d'introduire l'extrémité de la lampe dans le cône C, d'exercer une légère pression sur le tube B qui à son tour soulève le couvercle E, et d'agir sur la poire. En retirant la lampe, le poids du tube B est suffisant pour le faire retomber ainsi que le couvercle E. Dans le dispositif utilisé avec les cheminées perforées, l'impulsion donnée par la lampe au tube B dégage l'orifice latéral qui se trouve au contraire obturé par le fourreau quand on retire la perche. Ce système adopté par plusieurs Compagnies de chemins de fer donne de bons résultats.

VIII. ALLUMAGES AUTOMATIQUES. — Après la réussite des efforts tentés pour améliorer l'intensité lumineuse des becs et l'aspect de l'appareillage, plusieurs industriels ont proposé, pour se rapprocher de la facilité d'allumage à distance d'une ou plusieurs sources de lumière, si heureusement donnée par l'électricité, de nombreux systèmes d'allumage automatique, par une simple manœuvre de robinet. Nous en décrivons ici trois seulement, que nous avons d'ailleurs expérimentés.

Les deux premiers appareils sont basés sur la propriété du noir de platine de condenser sous un très petit volume le gaz d'éclairage et de devenir incandescent. La réalisation la plus simple, mais non la meilleure, consiste à suspendre le long du manchon une ou deux pastilles de noir de platine qui, devenant incandescentes, mettent le feu au courant gazeux, dès qu'on ouvre le robinet. On a dû bientôt renoncer à ce dispositif dans lequel le platine reste au contact de la flamme, ce qui lui enlève ses propriétés en très peu de temps; en outre, il se dépose sur le manchon des sels de platine qui l'altèrent.

Pour éviter ces inconvénients, il est donc nécessaire que le noir de platine ne reste pas exposé à la flamme dès que le bec est allumé. De

là le dispositif, représenté figure 12, qui consiste en une lame de mica M faisant office de fumivore et supportant une petite potence en fil de fer à laquelle est suspendue la pastille de platine prolongée par un cheveu en fil de platine très mince. Le système fixé au-dessus de la cheminée en verre est monté sur un axe autour duquel il peut osciller sous l'influence des gaz chauds. L'équilibre est obtenu au moyen d'un levier sur lequel on règle la position d'un petit contrepoids V.

Pendant la période d'extinction, la plaque M est horizontale; elle s'écarte dès que l'allumage a été obtenu, de sorte que la pastille P ne reste pas au contact de la flamme.

Nous avons eu l'occasion de constater que ces appareils, bien réglés

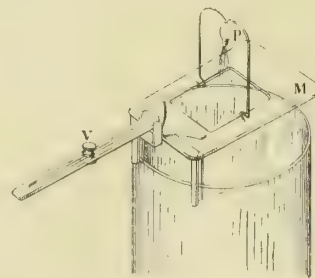


FIG. 12. — Allumeur fumivore.

(ce qui n'est pas toujours facile), peuvent fonctionner assez longtemps; mais l'allumage n'est pas toujours instantané, ce qui donne lieu à une perte de gaz dans l'atmosphère; de plus, l'allumage ainsi obtenu se fait généralement avec explosion, ce qui nuit à la durée du manchon.

D'autres appareils beaucoup plus efficaces sont répandus dans le commerce sous le nom de self-allumeur, d'auto-allumeur et d'auto-flamme. Nous décrivons ce dernier, construit par M. Chasteau, Ingénieur.

Allumeur Auto-flamme. — L'auto-flamme représenté dans la figure 13 comprend un raccord *b*, sur lequel on visse le brûleur à incandescence, et un allumeur aboutissant dans l'intérieur de la galerie. Le gaz, conduit par un petit tube latéral, pénètre par l'ouverture *o* et se dégage à la fois par le tube *t* et le bec *s*; il est condensé par les pastilles de platine *p* qui rougissent et allument le bec *s* par l'intermédiaire de fils fins de platine. La flamme ainsi produite se communique au gaz sortant du tube *t* et de là au gaz sortant du brûleur; une petite vis *v* sert à régler l'admission du gaz dans l'allumeur et, par suite, la longueur de la flamme à l'orifice du bec *s*.

La chaleur dégagée par l'incandescence du manchon chauffe le tube *t* et, par conductibilité, une colonne de mercure *m* (fig. 14) renfermée dans un tube de verre placé à l'intérieur du tube *A*. La dilatation du mercure fait gonfler le capuchon en caoutchouc *c*, qui vient obturer l'ouverture *o*. Le gaz ne pouvant plus passer par cette ouver-

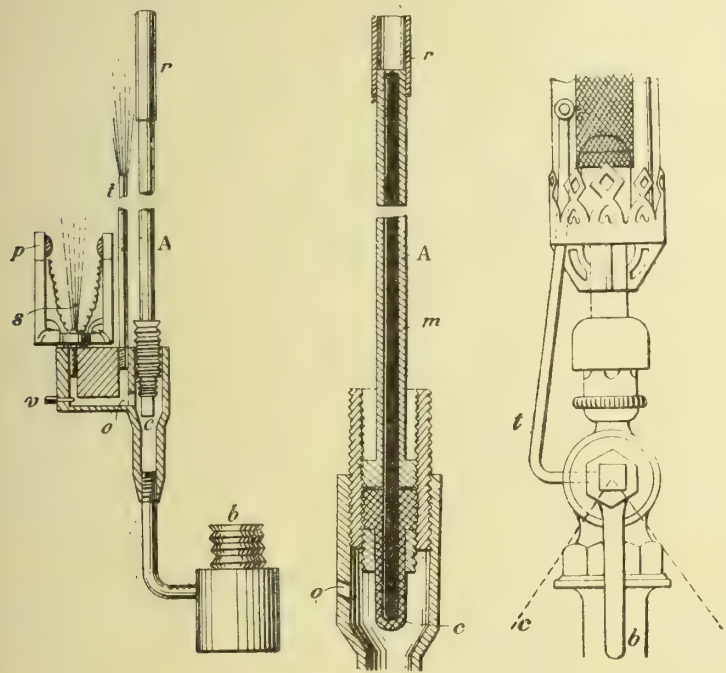


FIG. 13 et 14.
Allumeur auto-flamme.

FIG. 15. — Auto-flamme
sans pyromètre.

ture, l'allumeur s'éteint de lui-même et reste éteint tant que le manchon est incandescent.

Dès qu'on ferme le robinet d'admission du gaz, la colonne de mercure se refroidit et, au bout de quelques minutes, le capuchon *c* ayant repris sa forme primitive, on peut procéder à un nouvel allumage. Nous avons fait monter deux de ces appareils derrière un cadran d'horloge situé à 15 mètres d'un robinet commandant deux brûleurs Bandsept; une simple manœuvre de ce robinet donne chaque jour l'allumage et l'extinction des brûleurs, tout comme s'il s'agissait de deux lampes électriques. Les pastilles, dont la durée semble assez longue, puisque nous en avons en service depuis plusieurs mois, sont fabriquées avec une composition supérieure au noir de platine ordinaire.

Le même allumeur existe, sans colonne de mercure ni caoutchouc, sous la forme représentée par la figure 15. Il est muni d'un robinet dont la clef peut prendre trois positions: dans la position *a* le gaz est admis dans l'allumeur au moyen d'un petit tube latéral *t* et dans le brûleur à incandescence; l'allumage obtenu, on amène la clef dans la position *b* qui arrête le passage du gaz dans l'allumeur; enfin, la position *c* donne l'extinction.

Cet appareil, d'un usage très pratique, supprime le dispositif pyrométrique du précédent et notamment le sac en caoutchouc qui au bout d'un certain temps se durcit sous l'influence de la chaleur; mais il nécessite une petite canalisation complémentaire de 3 à 4 millimètres, allant du robinet au bec, et constituant une dépense d'installation sensible lorsque le robinet est très éloigné du brûleur.

Enfin, l'allumage à distance est réalisé par d'autres allumeurs produisant l'admission du gaz en même temps que son allumage au

moyen d'un commutateur électrique. Ces appareils ont l'inconvénient d'exiger, en dehors de l'auto-allumeur placé près du bec de gaz, une batterie de piles et une canalisation électrique. Mais ils paraissent mieux indiqués que les précédents toutes les fois que l'installation d'éclairage est importante et qu'il faut allumer à distance des séries de becs.

Parmi ces appareils, le « Téléphos », imaginé par M. V. Forti, nous a paru réaliser les meilleures conditions de bon fonctionnement.

Allumeur Téléphos. — Le Téléphos a pour but d'ouvrir, d'allumer et d'éteindre à distance les becs de gaz. Il affecte extérieurement la forme d'un petit cylindre de 4 centimètres de hauteur et se visse sur l'appareil à gaz au-dessous du bec s'il s'agit d'un bec droit, ou au-dessus s'il s'agit d'un bec renversé (1). Il est actionné à distance par un commutateur spécial qui peut commander à la fois un ou plusieurs becs. Le courant est fourni par une batterie de piles (ordinairement 6 éléments). La canalisation est faite avec des fils de sonnerie. Le pôle positif de la pile est relié à l'une des trois bornes du commutateur. Des deux autres bornes partent deux fils de ligne, l'un d'allumage, l'autre d'extinction, aboutissant aux bornes du Téléphos. Le retour du courant se fait par la plomberie.

Le Téléphos proprement dit reçoit le gaz de la canalisation par le tuyau *a* dans une chambre cylindrique *b* (fig. 16) vissée sur le plateau supérieur *c*. Un piston *d*, percé de plusieurs ouvertures *e*, donne passage au gaz qui se rend directement au brûleur, tant que la petite masse métallique *f* n'obture pas le tuyau *a*. La chambre *b* communique latéralement avec un tuyau coudé *g* qui reçoit le tube allumeur; lorsque, par un mécanisme que nous étudierons plus loin, les ouvertures *h*, *i*

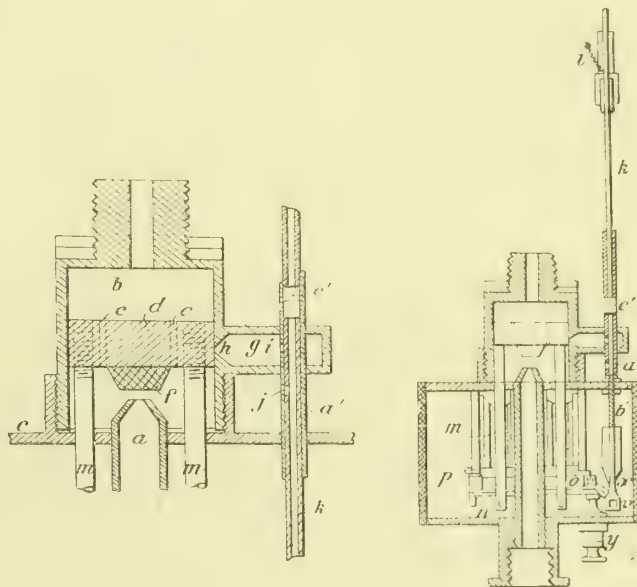


FIG. 16. — Coupe verticale de la base
du Téléphos.

FIG. 17. — Coupe verticale
par l'axe AB.

et *j* sont en regard les ungs des autres, le gaz passe dans le tube *k* de l'allumeur et prend feu au contact d'un fil de platine *l* rendu incandescent par le courant électrique. Cette petite flamme allume à son tour le gaz qui sort par le brûleur, à la base du manchon.

Les figures 17, 18 et 19 montrent le mécanisme au moyen duquel on arrive à faire passer ou à supprimer le gaz dans l'allumeur latéral et dans le brûleur, et à rougir en même temps le fil de platine.

Le piston *d* comporte deux tiges *m* terminées, comme on le voit dans la figure 17, par deux chevilles *n* qui relient leurs extrémités inférieures à une palette *o* pivotant autour de l'axe *p* sous l'attraction d'un électro-aimant *q*. Cette palette porte une tige *r* qui peut être retenue par l'ergot *s* de l'armature à ressort *t* d'un second électro-aimant *u*. Elle porte aussi une goupille *v* qui relève une lame *x* reliée à la borne *y* et destinée à établir un contact avec une pointe *z* (fig. 18) dont on règle la disposition en la vissant plus ou moins sur la tige *w*. Celle-ci porte à sa partie supérieure un fil de platine qui passe au-dessus du tube *k* et dont l'autre bout communique avec l'extrémité du tube allumeur qui fait partie de la masse de l'appareil. Le tube intérieur *a'* se prolonge en bas par une tige *b'*, dans l'œil de laquelle est engagée l'extrémité de la goupille *v*. Cet organe d'allumage est monté à coulisse pour permettre d'atteindre toujours le niveau du manchon, quelle que soit la hauteur de la chandelle.

Pour procéder à l'ouverture et à l'allumage du gaz, nous amenons la lame *V* du commutateur sur le plot *Y*. Le courant, entrant dans le Téléphos par la borne *y*, arrive à l'électro-aimant *q*. La palette *o* est attirée; elle se relève en remontant le piston *d* qui dégage le tuyau *a*

(1) Voir dans le *Génie Civil*, t. XLII, n° 9, p. 136, la description du Bec renversé.

et l'orifice *h*. En même temps la goupille *v* relève la tige *b'*, dont le tube *a'* amène l'orifice *j* en regard de l'ouverture *i*. Le gaz s'échappe à la fois par le brûleur et par l'allumeur. Et, comme d'autre part la palette *o* en se relevant a aussi relevé la lame *x*, le courant électrique arrive au fil de platine, le rougit et produit l'allumage. Si l'on abandonne la lame à ressort *V*, la palette *o* retombe par son propre poids, mais elle est arrêtée par la tige *r* retenue elle-même par l'ergot *s* de

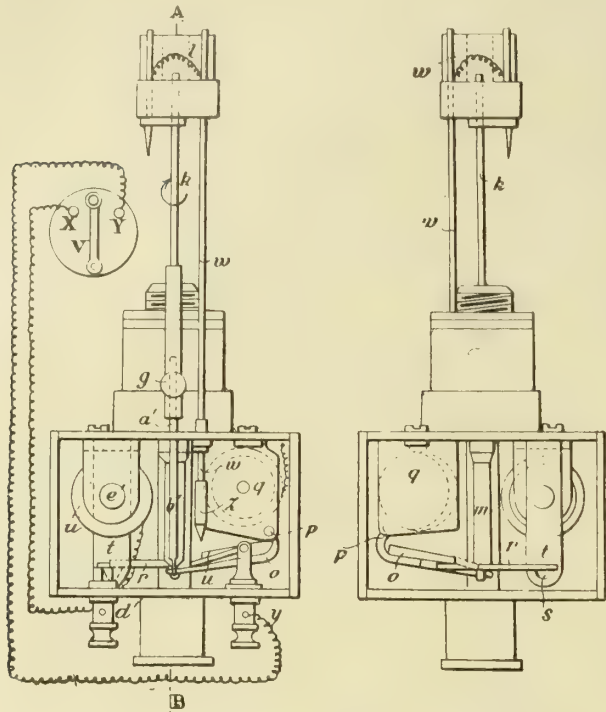


Fig. 18 et 19. — Vues en élévation, avant et arrière, de l'appareil Téléphos.

l'armature à ressort de l'électro; de sorte que le petit piston *c'* de la tige *k* descend pour boucher l'orifice *b'*; le tube *a'* descend en même temps dans le tube *k*, et son orifice *j* se trouve masqué. Le gaz ne peut plus passer par l'allumeur, mais continue à passer dans le brûleur.

Pour obtenir l'extinction, il suffit d'amener la lame *V* sur l'autre plot *X*. Le courant arrive à la borne *d'*, de là dans l'électro *e'*, qui, attirant l'armature *t* et par suite l'ergot *s*, dégage la tige *r*. La palette descend à fond de course pendant que le piston *d* ferme l'arrivée du gaz dans l'appareil d'éclairage.

Cet appareil offre sur d'autres similaires l'avantage de bloquer l'arrivée du gaz et par suite d'éviter les fuites dans le cas où l'organe d'allumage ne fonctionnerait pas.

Son fonctionnement nous a paru satisfaisant dans les installations que nous avons visitées. Nous avons remarqué l'application faite dans une gare, où cette facilité d'allumer et d'éteindre à distance est précieuse non seulement parce qu'elle économise la main-d'œuvre et le temps perdu, mais aussi parce qu'elle permet de grouper sous un même commutateur des becs ayant même régime d'éclairage, ceux d'un même quai par exemple, et de les éteindre dans l'intervalle qui sépare deux passages de trains.

H. GUÉRIN,
Ingénieur des Arts et Manufactures,
Inspecteur des services de l'éclairage et du chauffage
au Chemin de fer du Nord.

MINES

MACHINE D'EXTRACTION DU PUIT COLUSA à Butte (États-Unis).

(Planche XVI.)

Malgré les inconvénients nombreux des machines d'extraction à vapeur : faible rendement, condensations dans les conduites, échappement libre, inconvénients qui proviennent de la nature intermittente du travail à fournir, ces machines sont encore aujourd'hui presque uniquement employées dans les mines, et il peut être intéressant d'étudier les types en usage dans certaines grandes installations d'Amérique.

La machine d'extraction, dont nous reproduisons (fig. 1 et 2, pl. XVI) les plans principaux (1), est un exemple de la construction actuelle de

ce genre d'appareils dans les mines de l'ouest des États-Unis. Elle a été construite par la Nordberg Manufacturing Co, à Milwaukee (Wisconsin), pour la Boston and Montana Consolidated Copper and Silver Mining Co, et installée au puits Colusa, à Butte (Montana).

Dans le cas présent, les dispositions du terrain autour de la fosse nécessitaient l'installation du moteur aussi près que possible du puits : l'arbre des tambours n'est éloigné que de 20 mètres de la paroi de ce puits. Cette considération a fait employer des bobines étroites et des câbles plats, au lieu de tambours, qu'il faut installer à une grande distance des molettes pour faciliter les mouvements du câble dans le sens latéral.

Le mode d'exploitation de cette fosse, où l'extraction a lieu simultanément à plusieurs niveaux, a conduit les constructeurs à rendre les deux bobines indépendantes l'une de l'autre, et folles sur l'arbre, auquel elles sont liées par de puissants appareils d'embrayage. Chaque bobine est munie d'un frein et d'un indicateur de niveau. En général, l'un des câbles monte pendant que l'autre descend, suivant les conditions ordinaires du fonctionnement, la machine actionnant les deux bobines ensemble; mais il n'est pas rare que l'on ait à arrêter l'une des cages pendant que l'autre monte ou descend. On débraille alors la bobine correspondante.

Les charges-types qui ont servi de base à la construction du moteur sont :

Cage	1 350 kilogr.
Deux berlines	2 700 —
Câble de 5 × 140 millimètres de section	4 550 —

Ce moteur est une machine horizontale à deux cylindres *c* de 0^m51 de diamètre et 1^m525 de course, fonctionnant sous la pression de 7 à 8 kilogr. La proportion d'un tiers entre le diamètre et la course du piston est, en effet, généralement utilisée pour ces machines et il semble qu'elle convienne bien pour faciliter l'arrêt et le démarrage. L'arbre est supporté par trois paliers *a*, *b*, et *c*, dont les bâtis sont assez élevés.

Les cylindres sont munis de distributeurs genre Corliss et d'enveloppes de vapeur à circulation de vapeur vive. Le bâti et les supports de glissières ne diffèrent pas des types usuels pour les machines Corliss. Ils sont fortement ancrés dans la fondation, car il n'est pas sans exemple, paraît-il, que les efforts de traction des câbles et les trépidations aient fini par arracher des machines d'extraction de leurs assises. Les bielles attaquent des plateaux-manivelles *p*, sur la partie inférieure desquels agissent des freins à sabot puissants.

Les deux bobines, montées folles comme nous l'avons dit, avec des coussinets en métal blanc, sont espacées de 2^m50. Chaque bobine commande son indicateur de niveaux. Sur l'une de ses joues se deve-

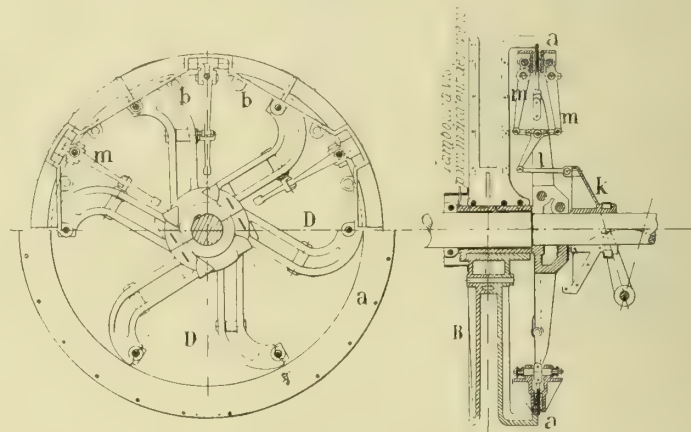


Fig. 1 et 2.

Élévation et coupe transversale de l'embrayage d'une bobine.

loppe une large jante, à laquelle est fixé un anneau plat *a* (fig. 1 et 2) qui sert à la mise en prise de l'embrayage, tandis que le frein agit sur la jante elle-même (fig. 3). Chaque frein et chaque embrayage est actionné par un levier spécial, sauf les deux freins des plateaux-manivelles, qui dépendent d'une même pédale; d'autres leviers commandent la vanne d'admission et le changement de marche. Une dernière manette est destinée à commander la marche en contre-vapeur, dans le cas où la cage transporte du personnel. La bobine est alors maintenue solidaire de l'arbre du moteur, et l'allure de celui-ci, à la descente, est réglée par le mécanicien dans les limites convenables au moyen de la manette indiquée.

Les freins et les embrayages des bobines, ainsi que le dispositif de changement de marche, sont actionnés par des cylindres auxiliaires à vapeur. Les cylindres des freins sont à simple effet, ceux des embrayages et du changement de marche sont à double effet; ils ont tous des enveloppes de vapeur, en raison de l'intermittence de leur fonctionnement. Chaque bobine est composée de deux flasques dont chacune est en deux parties boulonnées. Les rayons et la jante de la

MACHINE D'EXTRACTION HORIZONTALE A DEUX CYLINDRES

Fig.1. Coupe verticale par l'axe de la machine d'extraction.

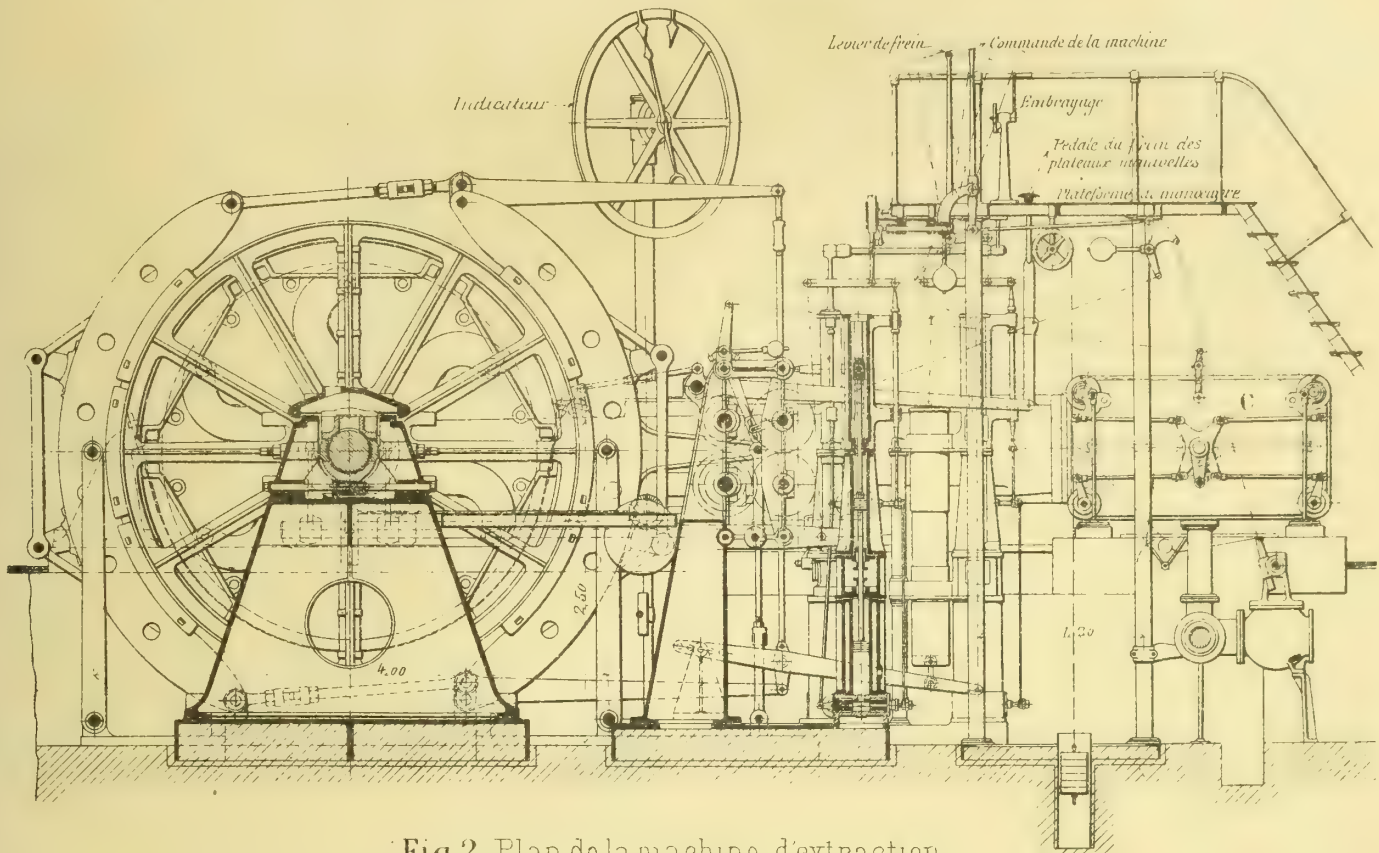
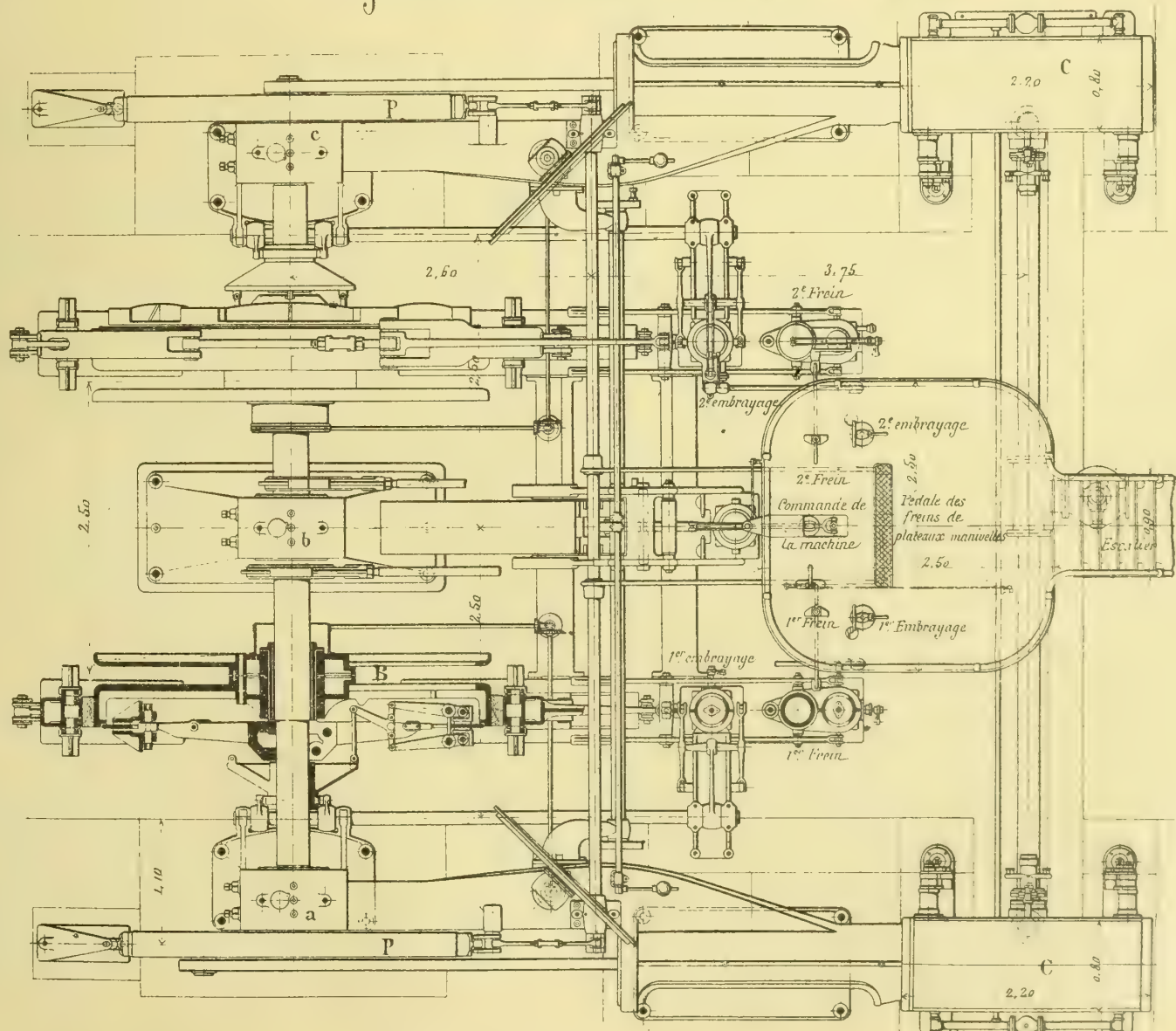


Fig.2. Plan de la machine d'extraction



flasque sur laquelle agissent le frein et l'embrayage sont naturellement renforcés. Le premier tour de câble est solidement amarré sur le moyeu au moyen de cales boulonnées qui se logent dans des évidements de ce moyeu, de sorte que le deuxième tour de câble présente une surface bien cylindrique (fig. 4 et 5).

Les figures 1 et 2 représentent l'embrayage d'une bobine B, agis-

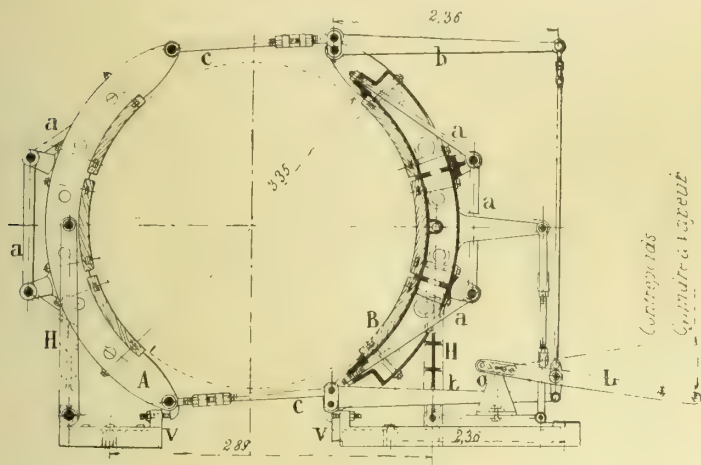


FIG. 3. — Coupe du frein d'une bobine.

sant sur la couronne annulaire en tôle d'acier *a*. Les joues de l'appareil de friction qui viennent serrer *a* des deux côtés sont montées sur un système de six bras courbes D, solidaire de l'arbre.

Le serrage ou le desserrage des joues est provoqué par le mouvement des leviers articulés *m*, dont les axes sont aussi placés sur les bras D (fig. 4). Ces leviers, actionnés par des bielles *l* solidaires d'un manchon *k* dont le déplacement latéral est commandé par le levier de manœuvre, produisent la friction des joues contre *a*, ou au contraire les laissent s'écarter légèrement sous l'effort de petits ressorts à bou-

din antagonistes, quand le manchon *r* se déplace dans le sens du desserrage. La figure 2 montre clairement le fonctionnement de ces leviers.

La figure 3 représente le frein qui agit sur la jante de chaque bobine, et dont le fonctionnement sous l'action du levier L et des bielles *b* se comprend de lui-même.

Les deux flasques A et B, à profil circulaire, sur lesquelles sont montés les sabots en bois, reposent sur deux bielles verticales H; à leur partie inférieure, un talon vient buter contre une vis de réglage *v* qui limite l'écartement entre les sabots et la jante. Ces flasques sont renforcées par des armatures *a*, et reliées ensemble par des tiges *c* avec dispositifs de réglage pour remédier à l'usure des sabots.

Le contrepoids qui produit l'effort de serrage, et le cylindre à vapeur

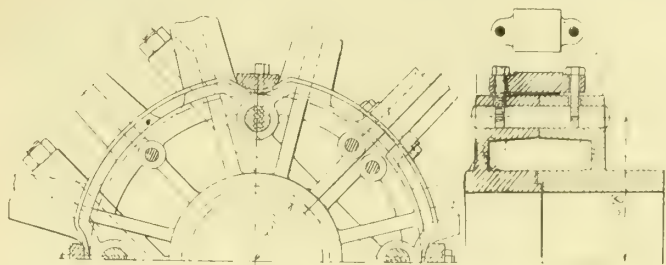


Fig. 4 et 5.

Élévation et coupe de l'attache du câble sur la bobine.

qui agit en sens contraire pour produire le desserrage, sont attelés sur le levier L, qui pivote autour de O.

Un seul mécanicien suffit à conduire toute la machine, grâce à la concentration des leviers entre les deux cylindres sur une plate-forme élevée, d'où la recette est visible; la distribution est étudiée de façon à n'exiger que très peu de leviers. Les salaires très élevés que touchent les mécaniciens dans ces régions imposent aux constructeurs l'emploi de ces dispositions, qui sont utiles partout.

A. C.

HYGIÈNE

EMPLOI DU SULFATE DE CUIVRE pour la destruction des algues dans les réservoirs d'eau potable.

La forme sous laquelle se trouve la matière organique dans les eaux destinées à l'alimentation a fait l'objet de nombreuses discussions il y a quelques années. Aujourd'hui, il est à peu près admis par les physiologistes et par les Ingénieurs chargés des services d'eaux, que les organismes vivants seuls sont vraiment à craindre et que leur nature importe beaucoup plus que leur quantité. C'est ainsi que quelques bacilles de la fièvre typhoïde, correspondant à une quantité de matière organique qu'il est impossible de déceler par les analyses chimiques les plus précises, peuvent avoir un effet nocif beaucoup plus considérable qu'une eau renfermant des quantités relativement énormes de matière organique végétale ou animale, morte ou vivante, mais sans aucune action spécifique sur l'organisme humain.

Bien que diverses prescriptions législatives, et en France notamment (par exemple, l'ordonnance du Préfet de police en date du 13 décembre 1899), impliquent l'obligation de faire usage, dans tel ou tel cas, d'eau potable, il n'en est pas moins vrai que la définition précise de ce terme est encore à fixer.

M. Thresh, en Angleterre, a proposé de qualifier *pure* une eau claire, incolore, inodore, sans éléments minéraux dangereux, et exempte de tout organisme spécial aux eaux d'égout. Une eau *salubre* (*wholesome*), c'est-à-dire potable, serait une eau *pure*, ou ne contenant que quelques impuretés incapables d'agir sur la santé des personnes. Mais il est bien difficile de préciser quantitativement les doses de matières minérales ou organiques, ainsi que le nombre de bactéries par centimètre cube, qui devraient constituer le critérium de l'eau potable.

D'ailleurs, pour qu'une eau soit potable, il ne suffit pas qu'elle soit exempte de ferments pathogènes; nous exigeons encore d'elle certaines autres qualités. Les unes, comme la fraîcheur, sont justifiées par les besoins de notre organisme; les autres, comme la clarté et l'absence d'odeur, le sont beaucoup moins; elles s'expliquent, cependant, parce que les idées de pollution et d'impureté s'associent dans notre esprit avec celles de trouble et de mauvaise odeur qui les accompagnent le plus souvent. Cela résulte, en somme, d'une interprétation sommaire des faits qui se présentent le plus communément à notre observation.

Cependant une eau trouble, une eau même nauséabonde n'est pas

nécessairement dangereuse; c'est le cas des eaux recueillies et conservées dans des réservoirs ouverts dans lesquels s'établit la végétation de certaines algues inférieures. Tant que ces plantes sont vivantes, l'eau conserve toutes ses qualités, mais, dès qu'elles viennent à périr, leur matière organique se décompose et l'eau prend une odeur extrêmement désagréable, de moisissure, de poisson ou de bois pourri.

L'odeur de ces eaux est quelquefois tellement insupportable (le fait semble fréquent surtout aux États-Unis) que les chevaux eux-mêmes refusent de les boire et que, dans certains cas, il a même été impossible de s'en servir pour l'arrosage des rues. Physiologiquement, l'eau restait cependant potable.

Plusieurs remèdes ont été indiqués pour prévenir ou détruire la végétation de ces algues, cause première de la mauvaise odeur.

Comme cette végétation s'établit par un véritable ensemencement des spores apportées par le vent et que, d'autre part, la lumière solaire exerce une action accélératrice sur la végétation, le meilleur moyen est de couvrir les réservoirs, mais ce moyen, souvent trop coûteux ou même impraticable, ne réussit pas toujours, car les algues sont de différentes espèces et ont des conditions d'existence très diverses.

Le remaniement des réservoirs, l'enlèvement de toute terre végétale qu'on supposait devoir fournir la matière organique nécessaire à leur existence, le remplacement par du gravier n'ont pas toujours donné non plus de résultats satisfaisants.

La filtration est illusoire puisque les algues prolifèrent également bien dans les eaux filtrées et que la matière colorante et infecte est en dissolution dans l'eau; en tout cas, même pratiquée avec aération, en vue d'obtenir une oxydation de cette matière à l'état de produits inodores et incolores, elle ne fait disparaître la mauvaise odeur et la couleur que partiellement. On est, d'ailleurs, quelquefois dans la nécessité d'emmagasiner, à la fois, de grandes quantités d'eau filtrée. L'aération de l'eau, dans le réservoir même, n'est pas non plus à recommander: elle a eu quelquefois pour résultat d'activer la végétation dont on se proposait de détruire les mauvais effets.

Quant à l'emploi de substances chimiques agissant, soit comme toxiques sur les algues pour empêcher leur végétation, soit comme désinfectants pour détruire la mauvaise odeur, il a, jusqu'ici, été très peu tenté, tant à cause des proportions énormes qui semblaient nécessaires, qu'à cause des préjugés de l'opinion publique à l'égard des substances chimiques en tout ce qui regarde l'alimentation.

C'est dans cet ordre d'idées, cependant, qu'ont été entreprises les recherches faites sous la direction du docteur Geo. T. Moore, au Ministère de l'Agriculture des États-Unis. Ces recherches ont abouti à

l'élaboration d'une méthode pratique préconisant l'emploi du sulfate de cuivre et faisant l'objet d'un rapport très documenté qui a été publié tout récemment et qui a produit une profonde sensation aux États-Unis, où les algues semblent être un véritable fléau.

Nous allons donner les parties principales de ce rapport.

Toxicité des sels de cuivre pour les algues. — La toxicité des sels de cuivre pour les organismes végétaux inférieurs est connue depuis assez longtemps. L'extension progressive de l'emploi de la bouillie bordelaise pour combattre le mildew et le black-rot de la vigne montre qu'elle est, sinon reconnue par un public nombreux, tout au moins utilisée par lui.

Il n'est pas étonnant que le sulfate de cuivre se soit montré efficace pour détruire les algues des réservoirs; ce qui est vraiment surprenant, c'est combien il en faut peu pour être efficace. Bien que la résistance des différentes espèces d'algues de réservoirs, sur lesquelles les expérimentateurs ont opéré, varie beaucoup selon l'espèce, la concentration reste extrêmement faible. Ainsi, une solution à $1/4\,000\,000$ tue la plupart d'entre elles en deux ou trois heures; trois espèces très répandues aux États-Unis sont tuées à une concentration variant de $1/3\,000\,000$ à $1/10\,000\,000$. Quelques-unes plus résistantes et fort heureusement extrêmement rares, exigent le $1/50\,000$ et même le $1/2\,000$. Au contraire de ce qui se passe pour les algues, plantes inférieures, les plantes plus élevées dans l'échelle organique et les animaux exigent des concentrations élevées; ainsi certains crustacés de petite taille, et d'ailleurs inoffensifs, demandent $1/10\,000$, les larves des moustiques de $1/10\,000$ à $1/200\,000$. Aux concentrations comprises entre $1/100\,000$ et $1/200\,000$, il n'y a aucune action sensible sur les poissons rouges et les vairons.

D'une façon générale, les animaux sont beaucoup moins sensibles à l'action des sels de cuivre que les végétaux; les quelques exceptions montrent cependant que cette action est tout à fait spécifique et qu'on ne peut formuler aucune règle générale.

Action du cuivre et de ses sels sur l'homme. — Le préjugé populaire veut que le cuivre et ses sels soient extrêmement toxiques pour l'homme, bien que des faits observés depuis longtemps déjà contredisent cette toxicité et semblent reconnaître, au contraire, une action bienfaisante au cuivre et à ses sels.

En fait, on n'a jamais observé rigoureusement un seul cas précis d'empoisonnement par le cuivre; depuis qu'on a reconnu la toxicité du plomb et de ses sels on a, au contraire, relevé de nombreux cas d'empoisonnement par eux, là où le cuivre était incriminé, et il est fort probable que c'est à la même cause que doivent être attribuées les intoxications imputées autrefois au cuivre sans preuve certaine (1). D'autre part, il semble que les ouvriers travaillant le cuivre acquièrent une certaine immunité contre les maladies épidémiques, en particulier le choléra et la fièvre typhoïde; des statistiques montrent qu'à travail équivalent les ouvriers en cuivre sont moins souvent malades que les ouvriers des autres industries métallurgiques; il en est de même de tous ceux qui manipulent les sels de cuivre.

D'autres faits, bien connus, prouvent encore l'innocuité des sels de cuivre. Depuis que se pratique la pulvérisation de bouillie bordelaise sur les vignes, on n'a pas signalé d'empoisonnements subséquents. Il est aussi d'usage courant de préparer certaines substances alimentaires très acides, comme les conserves de fruits, confitures et autres, dans des ustensiles tout en cuivre sans aucun étamage et sans que personne songe à s'en inquiéter; enfin l'expérience a appris qu'on peut ingérer des doses relativement considérables de sels de cuivre, entrant dans la composition d'antiseptiques vendus couramment dans le commerce, sans accidents graves.

Il semble donc que si les sels de cuivre sont dangereux, ils le sont au même titre que toutes les substances non alimentaires, c'est-à-dire à doses massives. Par des expériences répétées et faites scrupuleusement, plusieurs physiologistes ont démontré qu'un homme peut absorber, par vingt-quatre heures et pendant plusieurs semaines, une quantité de sels de cuivre assez élevée sans ressentir aucun symptôme d'empoisonnement ni même aucun trouble. Les chiffres diffèrent d'un expérimentateur à l'autre, ils varient de 400 milligrammes à 4 gramme de cuivre pris sous forme de sel; néanmoins ces résultats viennent en confirmation très nette des faits précédents.

Enfin, depuis longtemps, dans certaines maladies, l'usage interne et prolongé de petites quantités de sels de cuivre a été recommandé et pratiqué avec succès.

Étant donné le chiffre limite le plus défavorable, celui de 16 milligrammes par jour, on voit qu'à la dose de $1/4\,000\,000$ reconnue efficace pour la destruction des algues dans la majorité des cas et supposée maintenue constamment dans les réservoirs, il faudrait ingérer 16 litres d'eau par jour pour absorber ces 16 milligrammes de cuivre.

Comme on le verra plus loin, l'application du procédé n'oblige pas à maintenir cette concentration indéfiniment; il suffit qu'elle soit

réalisée au plus trois ou quatre fois par an et pendant environ vingt-quatre heures chaque fois; de ce fait, la quantité susceptible d'être absorbée est donc considérablement diminuée. Elle l'est bien plus encore: le sel de cuivre entre en réaction avec la matière organique provenant de la destruction des algues et, dans l'espace de quelques heures, précipite en majeure partie avec elle sous forme de composé insoluble. L'eau est donc rapidement débarrassée du cuivre qu'elle contient.

C'est ainsi que, vingt-quatre heures après traitement, une solution à $1/1\,000\,000$ n'a plus donné, avec le ferrocyanure de potassium, la coloration rouge-brun si sensible et caractéristique des sels de cuivre; pourtant la liqueur avait été évaporée et concentrée de façon à donner une réaction caractéristique si le cuivre s'était trouvé dans l'eau primitive dans la proportion de $1/50\,000\,000$. Dans ces expériences, toutes les algues avaient été tuées.

L'absorption des sels de cuivre, dans ces conditions, se fait inconsciemment: la couleur est imperceptible, même en grandes masses; quant à la saveur métallique des sels de cuivre, elle n'est sensible qu'à doses relativement élevées. C'est ainsi qu'on a pu faire ingérer jusqu'à 200 milligrammes de cuivre sous forme de sel en un seul repas sans que l'individu en expérience en ait eu conscience le moins du monde.

Pratique du procédé. — Pour obtenir pratiquement une dissolution aussi homogène que possible, le Ministère de l'Agriculture des États-Unis recommande la méthode suivante: mettre dans un sac, sous forme de gros cristaux ordinaires, la quantité de sulfate de cuivre reconnue nécessaire, et placer le sac à l'arrière d'un bateau à rames qui sera déplacé lentement à l'aviron en lignes parallèles distantes d'une longueur variant de 3 à 6 mètres, selon la profondeur de l'eau; la plus petite distance correspondant aux plus faibles profondeurs. On doit ainsi dissoudre environ 50 kilogr. de sel par heure.

Si le réservoir a une grande superficie, il y a intérêt à faire faire l'opération simultanément par plusieurs bateaux ou par un seul en lui faisant porter des espars auxquels sont attachés les sacs à des distances convenables.

La durée de la distribution ne doit jamais dépasser six heures, même pour les réservoirs très grands et très profonds. Autant que possible, il faut éviter le renouvellement de l'eau du réservoir pendant l'opération et, si cela n'est pas possible, réduire la durée de l'opération autant qu'on le peut. Il est également indispensable de maintenir les trajectoires du bateau à égale distance pour obtenir une bonne répartition.

Dans les eaux présentant une réaction acide assez élevée, il peut être judicieux d'ajouter préalablement à l'eau un peu de chaux, de potasse ou de soude pour précipiter le cuivre. On n'y a jamais recours dans les pays à terrains calcaires. Cette précipitation du cuivre à l'état d'hydrate, de carbonate ou de phosphate, semble être nécessaire à la réussite de l'opération; elle ne diminue nullement la toxicité à l'égard des algues; les expériences au laboratoire ont montré, confirmant les résultats indiqués par Rumm, que ces sels insolubles ne sont toxiques, il est vrai, que s'ils sont en contact immédiat avec la cellule sensible aux sels de cuivre, mais alors ils le sont hautement.

L'action semble donc être analogue à celle de la bouillie bordelaise, laquelle n'est pas autre chose qu'un sel de cuivre insoluble, hydrate ou carbonate.

Le jaugeage du réservoir doit être fait avec le plus grand soin, de façon à déterminer très exactement la quantité de sulfate de cuivre à employer, laquelle sera toujours indiquée par les proportions trouvées efficaces au moyen d'essais préalables soigneusement faits au laboratoire.

Il est important également d'appliquer le traitement aussi vite que possible dès qu'apparaissent les premières algues, ce que fera reconnaître l'examen microscopique des eaux fait systématiquement; le traitement à intervalles réguliers à l'époque probable où cette végétation commence à s'établir n'en sera que plus efficace et plus économique; on pourra éviter ainsi et très facilement toute réclamation des consommateurs avant même que la mauvaise odeur ait pu se produire en quantité suffisante pour être perçue.

Résultats. — Des essais en grand, faits sur des cressonnières (dont l'eau se renouvelait continuellement) et sur plusieurs réservoirs (dont les capacités variaient de 45 000 à 3 millions de mètres cubes) ont montré que si le premier traitement a été bien appliqué, même au cas où les eaux sont complètement infestées d'algues, les traitements subséquents peuvent être beaucoup moins énergiques et s'espacer à des intervalles de temps de plus en plus longs; il semble que la première application a eu pour effet, sinon de détruire les germes, du moins de retarder considérablement leur évolution.

Après le premier traitement, la mort des algues semble être radicale; ainsi, dans un cas cité comme type d'une infection complète, vingt-quatre heures avant le traitement, il y avait 3 400 algues par centimètre cube. Vingt-quatre heures après le traitement, la solution employée étant au $1/4\,000\,000$, on n'en comptait plus que 54; vingt-quatre

(1) Cette question a été l'objet d'une longue discussion qui a duré sept mois devant l'Académie royale de médecine de Belgique. C'est à la suite de cette discussion que fut levée, en France, l'interdiction de l'emploi du sulfate de cuivre pour le verdissement de l'eau.

heures plus tard 8 seulement et, enfin, on n'en trouvait plus une seule pendant les dix jours suivants. Dans ce cas, il y a eu exceptionnellement augmentation légère de la mauvaise odeur pendant les deux premiers jours qui ont suivi le traitement, puis ensuite diminution rapide et progressive de cette odeur qui n'a pas reparu de tout l'été. La disparition de la couleur gris bleuâtre des eaux et leur clarification se sont produites en deux jours.

Action sur les microbes pathogènes. — Quoique la stérilisation des eaux par le sulfate de cuivre ne soit pas recommandée, il est intéressant de rappeler que, des expériences qui ont été faites, il résulte que, vers 15 à 20 degrés, le bacille typhique et le bacille du choléra asiatique sont tués en trois à cinq heures dans une dissolution à $\frac{1}{400\,000}$. A 5 degrés, il faut faire agir cette dissolution pendant environ vingt-quatre heures pour obtenir le même résultat; en augmentant la concentration, la durée peut être ramenée à trois ou cinq heures.

Les concentrations, quoique plus élevées que celles qui sont suffisantes pour détruire les algues, sont sans aucun effet sur les poissons, les grenouilles et les plantes supérieures; pratiquement, elles sont trop grandes pour permettre économiquement la stérilisation de grandes quantités d'eau destinées à l'alimentation des villes; elles peuvent être employées cependant dans certains cas particuliers dont quelques-uns ont été signalés comme sources de contamination ou d'infection: viviers, parcs à huîtres, réservoirs d'eaux d'irrigation, lacs artificiels, pièces d'eau, etc., et généralement partout où se trouvent des eaux stagnantes ou se renouvelant très lentement. Des expériences en cours ont déjà montré que le sulfate de cuivre tue aussi les larves des moustiques qui propagent les fièvres paludéennes, la concentration variant de $\frac{1}{40\,000}$ à $\frac{1}{200\,000}$; il reste à déterminer exactement quelle doit être la concentration pour obtenir une action efficace dans chaque cas particulier.

VARIÉTÉS

Mesure indirecte de la vitesse propre des navires aériens.

M. le commandant Paul Renard a présenté à l'Académie des Sciences, dans sa séance du 1^{er} août, une note sur la mesure indirecte de la vitesse propre des navires aériens, que nous reproduisons ci-après:

La qualité maîtresse d'un navire aérien est sa vitesse propre par rapport à l'air ambiant supposé immobile. Elle peut être mesurée directement ou indirectement.

La mesure directe n'a été exécutée que pour le ballon *la France* au moyen du *loch aérien* du colonel Ch. Renard.

On sait que la vitesse absolue U d'un navire aérien est la résultante de la vitesse du vent V et de la vitesse propre W . Il est facile de mesurer U ; on peut obtenir V par des observations anémométriques et arriver ainsi à la mesure indirecte de W . Cette méthode fut employée en 1899 et 1900 par M. Hergesell pour le ballon *Zeppelin*.

M. Renard a cherché à obtenir la vitesse propre par l'observation exclusive de vitesses absolues faciles à mesurer et à contrôler.

Considérons (fig. 1) le triangle des vitesses ABC : il fournit une relation entre la vitesse absolue mesurée U et trois inconnues qui sont

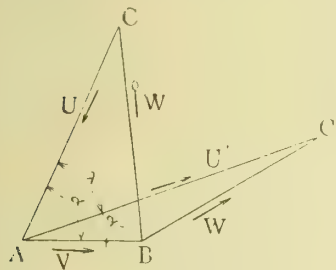


FIG. 1.

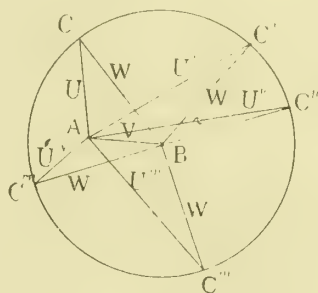


FIG. 2.

les vitesses V et W , et l'angle α du vent avec la vitesse absolue. Si l'on suppose que le vent n'a pas changé, et qu'en laissant à la vitesse propre sa valeur on change son orientation, on obtient un deuxième triangle des vitesses ABC' qui donne une relation entre la nouvelle vitesse absolue U' et les trois inconnues précédentes, car l'angle α' ne diffère de α que par un angle λ facile à mesurer. Une troisième expérience donnera une troisième relation et une troisième équation.

Si l'on fait plus de trois expériences, les équations obtenues seront compatibles entre elles si la direction et la vitesse du vent ainsi que la vitesse propre sont restées constantes. Ce qui se traduit géométriquement par la condition suivante: les points tels que $C, C', C'', C''',$ etc. (fig. 2), doivent être sur une même circonférence décrite avec un rayon W d'un centre B situé sous le vent à une distance du point de départ A égale à V .

C'est le cercle que le colonel Renard a appelé *cercle des points abordables* ou *cercle des vitesses* et qui joue un rôle si important dans les questions de navigation aérienne.

Supposons qu'on ait mesuré la vitesse absolue d'un navire aérien dans plusieurs directions différentes, une construction graphique fort simple permettra d'en déduire la vitesse du vent et la vitesse propre. A partir d'un point A (fig. 2), on porte en $AC, AC', AC'', AC''',$ etc. en grandeur et en direction les vitesses mesurées, on trace la circonférence passant par les points $C, C', C'', C''',$ etc. Soit B le centre de cette circonférence, en joignant AB on obtient en grandeur et en direction la vitesse du vent. La vitesse propre est égale aux rayons du cercle $BC, BC', BC'', BC''',$ etc., dont les directions sont celles qu'on aura dû donner à l'axe du navire aérien pour obtenir les vitesses absolues correspondantes.

Pour mesurer les vitesses absolues nécessaires à l'application de la méthode, on installe sur le sol des observatoires fixes aux sommets A, A', A'', A''', A^{IV} d'un polygone (fig. 3). Chacun d'eux est muni

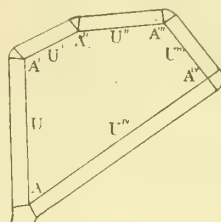


FIG. 3.

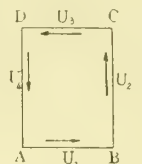


FIG. 4.

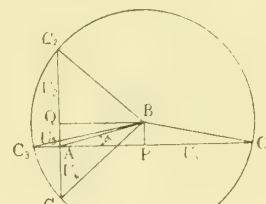


FIG. 5.

d'instruments permettant de faire des visées dans deux azimuts respectivement perpendiculaires aux côtés adjacents du polygone. Le navire aérien devra décrire un circuit composé d'éléments rectilignes parallèles aux côtés du polygone et raccordés par des courbes quelconques.

La construction graphique et les calculs se simplifient beaucoup si l'on choisit un polygone rectangulaire ou carré (fig. 4).

Soient U_1, U_2, U_3, U_4 les vitesses absolues mesurées parallèlement aux côtés. Portons ces vitesses à partir d'un point A (fig. 5). Dans ce cas, C_1AC_3 et C_2AC_4 sont des lignes droites, et le centre B du cercle des vitesses est le point de rencontre des perpendiculaires élevées aux milieux P et Q des droites C_1C_3 et C_2C_4 . La vitesse du vent AB et les vitesses propres $BC_1, BC_2, \dots$ s'obtiennent donc instantanément.

Le calcul appliqué à ce cas particulier conduit aux quatre équations suivantes:

1° Les quatre points C_1, C_2, C_3 et C_4 seront sur un même cercle, et l'on a

$$U_1U_3 = U_2U_4;$$

2° L'angle α du vent avec la direction de la première vitesse absolue mesurée U_1 est donné par la formule

$$\tan \alpha = \frac{U_2 - U_4}{U_1 - U_3};$$

3° La valeur V de la vitesse du vent est donnée par la relation

$$V^2 = \frac{(U_1 - U_3)^2 + (U_2 - U_4)^2}{4};$$

4° La vitesse propre est donnée par la formule

$$W^2 = \frac{U_1^2 + U_2^2 + U_3^2 + U_4^2}{4}.$$

Le carré de la vitesse propre est donc égal à la moyenne des carrés des quatre vitesses absolues.

Les principes exposés ci-dessus ont servi de base au règlement général sur les concours et records aéronautiques que vient de publier l'*Aéro-Club de France*.

Puissance des hélices sustentatrices à propulsion mécanique.

Dans les séances des 23 novembre et 7 décembre derniers, M. Ch. Renard a présenté à l'Académie des Sciences une note sur la possibilité de soutenir en l'air un appareil volant du genre hélicoptère, en employant des moteurs à explosion dans leur état actuel de légèreté (1), au moyen d'hélices sustentatrices dont il a étudié les propriétés géométriques.

Partant des propriétés d'hélices spéciales étudiées à Chalais, M. Ch. Renard a établi que le maximum de poids utile que peut soutenir en l'air un appareil à deux hélices est:

$$L_m = \frac{64}{81} \frac{a^3}{\omega_1 \omega_2};$$

(1) Voir le *Génie Civil*, t. XLIV, n° 5, p. 78, et n° 7, p. 110. (*Comptes rendus de l'Académie des Sciences*.)

expression qui montre qu'en diminuant le poids du moteur par cheval $\bar{\omega}_1$, le poids utile pourra atteindre des valeurs considérables, comme l'indique le tableau suivant :

10.	8.	6.	4.	2.	1.
0,160	0,612	3,44	39,2	2506	160 000

M. Taffoureau, dans une note présentée à l'Académie le 1^{er} août 1904, fait observer que les chiffres ainsi calculés ne sauraient être atteints pratiquement, puisqu'il faut, en outre, tenir compte de la résistance des hélices.

Pour obtenir Z_m , M. Ch. Renard discute l'expression du poids utile Z , en fonction du diamètre des hélices en mètres x et de la puissance du moteur en chevaux y .

$$Z = ax^{\frac{2}{3}}y^{\frac{2}{3}} - 2\bar{\omega}_2x^3 - \bar{\omega}_1y.$$

Il est à remarquer que, dans la discussion, il n'est tenu compte à aucun moment de l'effort maximum que peuvent exercer les hélices, effort défini par la relation : $B = 10x^2$. Il s'ensuit que les résultats précédents ne doivent être acceptés qu'autant qu'ils sont compatibles avec cette condition de résistance.

L'effort limite que peut exercer, sans danger de rupture, un système de deux hélices de diamètre x et du type considéré est :

$$H_{\max.} = 2 \times 10x^2 = bx^2.$$

Or, la poussée H en fonction de x et y étant $H = ax^{\frac{12}{5}}y^{\frac{12}{5}}$, il en résulte que les maxima du tableau précédent ne seront acceptables qu'à la condition de correspondre à des valeurs de x et y satisfaisant à :

$$ax^{\frac{2}{3}}y^{\frac{2}{3}} \leq bx^2;$$

ce qui peut s'écrire, puisque nous ne considérons que des valeurs positives de x et de y :

$$x^2 - \left(\frac{a}{b}\right)^{\frac{5}{2}}y = 0.$$

Pour voir dans quelles conditions cette relation est satisfaite, formons

$x^2 - \left(\frac{a}{b}\right)^{\frac{5}{2}}y$, en substituant à x et à y les valeurs qui correspondent au maximum Z_m . On trouve ainsi que l'inégalité ci-dessus n'est vérifiée que si :

$$\bar{\omega}_1 \leq \frac{2}{5}a\left(\frac{a}{b}\right)^{\frac{5}{2}} : \pi.$$

Ce n'est donc que quand $\bar{\omega}_1 \leq \pi$ que les valeurs Z_m sont acceptables.

Cherchons maintenant la plus grande valeur du poids utile compatible avec la condition de résistance des hélices quand :

$$\bar{\omega}_1 = \pi.$$

Dans ce cas, il est facile d'établir que le maximum acceptable de Z correspond à un point de l'intersection de la surface définie par l'équation :

$$z = ax^{\frac{2}{3}}y^{\frac{2}{3}} - 2\bar{\omega}_2x^3 - \bar{\omega}_1y,$$

dans laquelle a , $\bar{\omega}_1$ et $\bar{\omega}_2$ sont considérés comme fixes, et du cylindre para-

bolique ayant $x^2 = \left(\frac{a}{b}\right)^{\frac{5}{2}}y$ comme directrice et des parallèles à oz pour génératrices. Pour étudier les z de cette courbe, il suffit de la projeter sur le plan des ax parallèlement à oy . L'équation de cette projection est :

$$z = bx^2 - 2\bar{\omega}_2x^3 - \bar{\omega}_1\left(\frac{b}{a}\right)^{\frac{2}{5}}x^2.$$

On détermine facilement le maximum :

$$Z_u = \frac{\left[b - \bar{\omega}_1\left(\frac{b}{a}\right)^{\frac{2}{5}}\right]^3}{27\bar{\omega}_2^2}.$$

En faisant $b = 20$, $\bar{\omega}_2 = 0,5$, $a = 8,85$, chiffres déterminés par M. Ch. Renard pour les hélices de qualité 1,14, on trouve que :

$$\pi = 3,9,$$

et en donnant successivement à $\bar{\omega}_1$ les valeurs 3, 2, 1, on obtient les résultats groupés dans le tableau suivant :

$\bar{\omega}_1$	3.	2.	1.
Z_m	220	2506	160 000
Z_u	139	340	677

On voit que, quand le poids du moteur sera descendu à 1 kilogr. par cheval, ce n'est pas 160 000 kilogr. qu'on pourra soutenir en l'air, mais seulement 677 kilogrammes.

Il est très facile de déterminer d'une façon analogue les valeurs de π , Z_m et Z_u qui correspondent aux différentes qualités d'hélices. Ainsi, pour la qualité maximum $Q = 6$, on trouve que $\pi = 9$ kilogr.; il en résulte que, si le poids du moteur par cheval est $\bar{\omega}_1 = 5$ kilogr. (exemple envisagé dans la note du 7 décembre 1903), ce n'est pas $Z_m = 2 000$ kilogr. environ qu'on pourra soutenir, mais seulement Z_u , c'est-à-dire à peine 300 kilogrammes.

Si des expériences intéressantes sont déjà possibles, il n'en est pas

moins vrai qu'à l'heure actuelle, quel que soit le poids du moteur par cheval et quel que soit le chiffre représentant la qualité de l'hélice considérée par le colonel Renard, sa résistance ne permet pas soutenir, au moyen d'un hélicoptère, des poids aussi considérables que la seule considération du poids du cheval-vapeur le ferait espérer.

Mélangeur de fontes, système Kennedy.

Dans la plupart des mélangeurs de fontes, les éclaboussures qui se produisent au moment du remplissage sont dues surtout à l'obliquité du jet de fonte liquide. Ces éclaboussures une fois solidifiées forment, sur le garnissage intérieur, des crasses qu'il est souvent difficile et même quelquefois impossible d'enlever; la forme cylindrique à cause des angles intérieurs facilite d'ailleurs la formation de ces crasses.

Si l'appareil est monté sur tourillons, comme c'est le cas le plus fréquent, la manœuvre au moment du basculement met en jeu des efforts considérables parce qu'il faut soulever tout le poids du métal; la consommation d'énergie est d'ailleurs inutile. D'après l'*Engineering and Mining*, auquel nous empruntons ces renseignements, ces inconvénients sont évités avec les mélangeurs Kennedy qui viennent d'être installés à Chicago, par l'Illinois Steel Co, et à Newburg, par l'American Steel and Wire Co.

Ici le mélangeur est sphérique, et le remplissage se fait par une ouverture spéciale D (fig. 1 et 2) placée exactement au milieu; dans

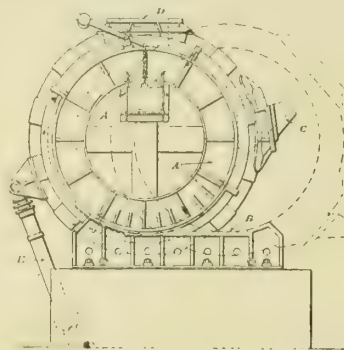


FIG. 1. — Vue latérale du mélangeur.

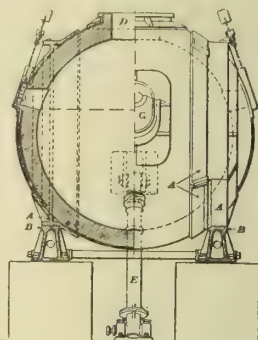


FIG. 2. — Coupe transversale et vue en bout du mélangeur.

ces conditions, le jet de fonte tombant verticalement ne ferait pas d'éclaboussures.

L'appareil au lieu d'être monté sur tourillons roule sur deux chemins horizontaux B de forme appropriée avec buttoirs aux extrémités, sur lesquels portent des bandes annulaires A rapportées sur la carapace extérieure du mélangeur. Dans ces conditions, en faisant rouler l'appareil pour abaisser son orifice de sortie C, le centre de gravité du système en mouvement en raison du roulement et de la forme sphérique, se déplace sur une horizontale, le travail de la pesanteur est nul. L'effort donné par le piston hydraulique de commande E n'a donc guère à fournir que le travail des forces de frottement.

Ces mélangeurs se recommanderaient aussi par le bon marché de leur construction, laquelle est facilitée par un grand nombre d'éléments de formes identiques; l'ajustage se réduit à celui de la seule partie des bandes A qui roule sur les rails B.

Résultats d'essais effectués avec la nouvelle locomotive express des chemins de fer de l'État badois.

La locomotive compound express à quatre cylindres du type « Atlantic » des chemins de fer de l'État badois, dont le *Génie Civil* (1) a déjà donné la description, a fait l'objet, depuis sa mise en service, d'essais effectués surtout dans le but d'évaluer le travail que cette machine est capable de produire normalement, sur les lignes pour lesquelles elle a été établie, et dans les limites de charges et de vitesses prévues par l'exploitation. Ces expériences ont été complétées par la détermination des consommations d'eau et de charbon, ainsi que du parcours maximum qu'une machine de ce type pouvait accomplir pratiquement, en pleine charge.

Les essais ont été faits sur la ligne, relativement facile, de Mannheim à Bâle, qui a 256 kilom. de longueur, sur laquelle les déclivités sont généralement inférieures à $1/200$, sauf sur un parcours continu de 15 kilom. où elles atteignent et dépassent 5 millimètres par mètre.

Nous donnons ci-après, d'après l'*Organ für die Fortschritte des Eisenbahnwesens*, quelques-uns des résultats expérimentaux obtenus avec cette machine. Le poids moyen des trains remorqués était de 296 tonnes,

(1) Voir le *Génie Civil*, t. XLII, n° 20, p. 314.

ce qui représente 37 essieux; cette charge est supérieure à la moyenne du service régulier. Le poids de la locomotive et du tender, avec approvisionnements aux deux tiers, était de 114 tonnes. La vitesse commerciale s'est élevée, sur le parcours précité, à 76^{km} 9, y compris quatre ou cinq arrêts, et la vitesse moyenne de marche effective, à 83^{km} 8, arrêts déduits. Si l'on défalque, en outre, le temps nécessaire aux démarrages et aux ralentissements, soit environ un cinquième du temps total de marche, la vitesse moyenne de régime a été de 93 kilom. et le maximum atteint, de 110 kilom. à l'heure.

D'après les relevés de consommation d'eau et de charbon, la vaporisation par mètre carré-heure de surface de chauffe en contact avec les gaz (210 mètres carrés) a été, en moyenne, d'environ 40 kilogr. et la combustion de charbon de la Ruhr, par mètre carré-heure de surface de grille (3^m2 87) y compris les briquettes d'allumage, a été de 344 kilogrammes.

Ces conditions montrent que la chaudière se trouvait assez éloignée de sa limite de puissance et qu'il restait encore un excédent de production disponible, pour les cas imprévus.

La dépression dans la boîte à fumée a varié de 100 à 140 millimètres d'eau et le degré d'admission, dans les petits cylindres, de 35 à 45 % suivant le profil. Les résistances et les travaux sur les pistons ont été calculés d'après les formules de M. F. Barbier (1), pour les sections parcourues à régime constant. La puissance indiquée a dépassé 1800 chevaux et l'effort de traction, au crochet du tender a atteint 3 200 kilogr. Avec ces dernières conditions, le coefficient d'utilisation commerciale du travail dans les cylindres est de 60 %.

A la suite de ces essais, un nouveau service fut organisé sur la ligne de Mannheim à Bâle, au moyen de deux équipes par machine, se relayant à Offenbourg et faisant chacune à peu près la moitié du trajet. Avec douze locomotives du type susdit, un roulement fut établi sur un cycle de dix journées, dont huit de marche, une de réserve sous pression et une de repos. Les machines non utilisées servaient de rechange, en cas d'avarie ou d'entrée en réparation dans les ateliers de l'une des machines du groupe.

En temps normal, chaque locomotive parcourt journalièrement 358 kilom., soit 10 740 kilom. par mois. La consommation de combustible de ces machines, en service courant, d'après la comptabilité des dépôts, a été de 12^{kg} 6 par kilomètre parcouru, y compris le charbon d'allumage et celui dépensé pendant les réserves. La consommation de graissage, relevée dans les mêmes conditions, a été de 0^{kg} 0656 par kilomètre.

La comparaison des dépenses de combustible et d'huile des locomotives compound type « Atlantic » et des locomotives à simple expansion à 2/4 essieux, qui faisaient antérieurement le service précité, a permis d'établir le tableau suivant :

	LOCOMOTIVE A SIMPLE EXPANSION à 2/4 essieux	LOCOMOTIVE COMPOUND à 2/3 essieux
Nombre de locomotives-kilomètres	2 168 958	391 653
Nombre total d'essieux-kilomètres	66 916 000	15 270 000
— — — — — moyen d'essieux par train	30,9	39
Consommation de charbon par locomotive-kilomètre kilogrammes	12,7	12,6
Consommation de charbon par essieu-kilomètre kilogrammes	0,41	0,32
Consommation de graissage par locomotive-kilomètre grammes	33,5	65,6
Consommation de graissage par essieu-kilomètre grammes	1,13	1,74

Il convient de faire observer que ces renseignements ne s'appliquent qu'à une période de trois mois, et encore en saison favorable, pour les locomotives compound, tandis qu'ils se rapportent à une année entière pour les locomotives à simple expansion.

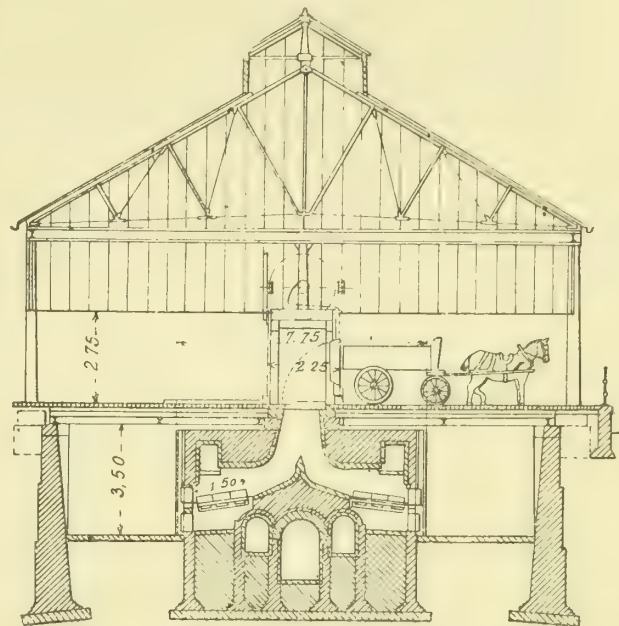
On remarquera que les nouvelles machines consomment à peu près la même quantité de charbon, par kilomètre, que les anciennes (12^{kg} 6 au lieu de 12^{kg} 7) quoiqu'elles soient plus lourdes de 40 % et qu'elles aient été plus chargées de 26 %. Il ne faut pas oublier aussi que, dans cette comparaison, la question de vitesse, qui est tout à l'avantage des machines compound, n'intervient pas.

Le rapport des nombres 0^{kg} 41 et 0^{kg} 32 relatifs à la consommation de charbon rapportée à l'essieu-kilomètre, montre que l'économie de combustible, réalisée par les machines compound, est de 22 % par rapport aux anciennes locomotives. Mais il est présumable que ce gain ira en s'atténuant, au fur et à mesure de l'entartement des tubes des nouvelles chaudières. Par contre, la dépense de graissage pour les locomotives « Atlantic » est d'environ 50 % plus élevée, ce qui s'explique d'ailleurs par la plus grande puissance de ces machines, par la présence de quatre mécanismes au lieu de deux et par l'adjonction d'un cinquième essieu à l'arrière.

Four pour l'incinération des gadoues, dans le quartier de Westminster, à Londres.

Ce four, d'un modèle assez nouveau, marche à tirage forcé; l'atmosphère intérieure du four est maintenue en légère surpression sur l'extérieur, comme on le fait maintenant presque partout quand on veut réaliser une combustion complète des gadoues, et n'avoir qu'une fumée légère, inodore et aseptique. C'est le cas ici, le four étant installé près du pont de Waterloo, au centre même de la partie la plus animée de la ville de Londres. Nous en donnons la description d'après une étude de M. G. Watson sur la destruction des gadoues par le feu.

Les gadoues proviennent de la région environnante, où se trouvent



Four à incinérer les gadoues de Westminster, à Londres.

situés l'important marché de Covent Garden et les magasins les plus achalandés du Strand; il en résulte que ces gadoues, qui se composent en majeure partie de déchets organiques et de matériaux d'emballage (papiers, cartons, paille, etc.), sont extrêmement légères et très encombrantes; la tonne occupe un volume moyen de 2^m3 5. Dans ces conditions, l'alimentation du four à la pelle ou à la fourche eût été trop longue, trop coûteuse et presque impraticable; on a donc été conduit à étudier un four dans lequel les tombereaux pussent décharger directement sans crainte d'obstructions.

Les fours sont au nombre de six, réunis dans un même massif en deux rangées de trois, deux fours étant accolés par l'arrière, avec une trémie d'alimentation commune pour deux fours. Des conduits de fumée et d'air, destinés à la combustion, passent sous les fours et les gaz provenant de la combustion servent à chauffer une chaudière à vapeur placée en bout. Chaque four a une surface de grille de 3^m2 90.

Les fours marchent nuit et jour, l'arrivée des tombereaux étant, pour ainsi dire, ininterrompue. En dehors de quelques voitures pleines tenues en réserve sous le hangar, on ne fait aucun approvisionnement.

Le conduit de chargement a une ouverture rectangulaire de 1^m80 sur 1^m20; sa section va en s'agrandissant jusqu'aux fours, bien que le volume des gadoues aille en diminuant à mesure qu'elles descendent et se dessèchent; elle est fermée, en temps ordinaire, par un couvercle en fonte à charnière et à joint hydraulique alimenté en eau d'une façon continue; au moment du chargement, ce couvercle, qui est équilibré par un contrepoids, est soulevé et laisse s'engager dans l'ouverture une trémie, également équilibrée, qui protège la rigole du joint hydraulique contre la chute des gadoues. La manœuvre se fait rapidement et aisément au moyen de chaînes placées extérieurement à un coffrage qui renferme le tout et dont on n'ouvre les deux portes latérales qu'au moment du déchargement des tombereaux.

L'expérience a montré qu'avec le joint hydraulique aucun tirage parasite ne s'établissait autour du couvercle; des gaz relativement froids s'accumulent au-dessous de ce couvercle et empêchent qu'il ne se brûle.

On reproche à ces dispositions, qui, au point de vue hygiénique, ne laissent rien à désirer, de conduire à un véritable gaspillage; en effet, les gadoues sont brûlées immédiatement et en totalité, et les chiffonniers n'ont pas le temps d'en retirer les objets ayant encore quelque valeur.

(1) Voir le Génie Civil, t. XXXII, n° 23, p. 377.

SOCIÉTÉS SAVANTES ET INDUSTRIELLES

Académie des Sciences.

Séance du 1^{er} août 1904.

Aéronautique. — I. — *Sur la mesure indirecte de la vitesse propre des navires aériens.* Note de M. Paul RENARD.

II. — *Sur les hélices sustentatrices.* Note de M. Edgar TAFFOUREAU, présentée par M. Maurice LÉVY.

Nous reproduisons ces deux notes dans le présent numéro, page 251.

Astronomie physique. — *Organisation générale des recherches solaires. Enregistrement continu des éléments variables du Soleil.* Note de M. H. DESLANDRES.

L'auteur présente, à propos de la discussion qui va s'ouvrir aux Congrès scientifiques de l'Exposition de Saint-Louis, son opinion sur l'organisation générale des recherches solaires, naguère négligées, aujourd'hui activement poursuivies, notamment en Amérique.

Il faut, selon lui, relever et enregistrer d'une manière continue tous les éléments variables du Soleil. En général, au contraire, on se borne à des observations très discontinues et à l'examen de la surface.

L'atmosphère solaire, d'étude plus difficile, se divise pour nous en *atmosphère extérieure au bord* et *atmosphère intérieure au bord* du disque. De même, les trois couches superposées qui la composent dans le sens de la hauteur se divisent en couche renversante extérieure et intérieure, chromosphère extérieure et intérieure, couronne extérieure et intérieure.

Depuis 1868, la chromosphère extérieure et les protubérances sont étudiées facilement par l'observation oculaire avec le spectroscopie. Mais les protubérances ont des variations plus rapides que les taches et gagneraient plus encore à un enregistrement photographique continu.

L'atmosphère intérieure ou du disque est la partie la plus importante et aussi la plus difficile à observer; elle exige le concours de la photographie et des appareils spéciaux compliqués et coûteux, à mouvements automatiques, appelés *spectrohéliographes* ou *spectrographes à deux fentes*. Aussi cette étude n'a-t-elle été organisée que dans trois observatoires (Meudon notamment). Ces appareils isolent avec une seconde fente la raie d'une vapeur solaire et reconstituent avec elle l'image même de cette vapeur.

Un appareil à mouvements automatiques qui complète le précédent, le *spectrographe des vitesses*, a été établi à Meudon; il enregistre les mouvements des vapeurs solaires dans la direction de la Terre.

Il ne suffit pas de relever les formes et les mouvements de la matière solaire, il faut suivre l'intensité de son rayonnement. M. Crova mesure le rayonnement calorifique total; M. Langley enregistre l'intensité de régions déterminées du spectre. Tous deux sont conduits à la conclusion probable que le rayonnement varie en intensité avec le temps. L'importance de cette étude et la nécessité de la poursuivre sont évidentes. Il reste à étudier le rayonnement solaire ultra-violet, important par ses actions électriques, et les effets du rayonnement solaire électromagnétique, du rayonnement cathodique et des émissions de particules électrisées par le Soleil.

M. Deslandres préconise l'union des astronomes en une Association solaire, permanente et internationale, qui s'adonnerait à toutes ces recherches dans les meilleures conditions, aux points d'observation les plus favorables et avec les instruments les plus perfectionnés. Elle fixerait en outre la terminologie des phénomènes solaires, qui varie beaucoup avec les divers observateurs.

Chimie analytique. — *Dosage du bismuth par électrolyse.* Note de MM. A. HOLLARD et L. BERTIAUX.

Le dosage du bismuth en présence d'autres métaux, comme le cuivre et le plomb, laisse beaucoup à désirer avec les méthodes connues jusqu'ici, surtout lorsque ces métaux sont en grande proportion.

Les auteurs décrivent leurs méthodes de séparation du bismuth d'avec le cuivre ou le plomb, qui permettent de doser exactement le bismuth même dans ce cas.

Électricité. — *Sur l'ampèremètre thermique à mercure.* Note de M. C. CAMICHEL, présentée par M. J. Violle.

L'auteur indique la forme pratique qu'il a donnée à l'ampèremètre thermique à mercure.

La méthode employée consiste à échauffer pendant une minute, au moyen du courant continu, une résistance de mercure placée à l'intérieur du réservoir d'un thermomètre à mercure qui rayonne dans une enceinte maintenue à 0 degré. Les élévations de température se lisent avec un viseur muni d'un réticule.

Pour graduer l'appareil on construit une courbe ayant comme abscisses les intensités du courant déterminées par un électrodynamomètre-balance Pellat, et comme ordonnées les élévations de température θ . Cette courbe est très voisine d'une parabole ($\theta = ki^2$) si l'élévation de température du thermomètre ne dépasse pas quelques degrés centigrades, condition facile à réaliser.

Le remplissage du tube t exige des précautions spéciales, afin d'éliminer toutes traces d'air et d'humidité: on procède comme pour un baromètre.

Si l'on a affaire à un courant constant, on peut, au lieu de faire passer le courant pendant une minute seulement dans l'appareil, attendre que le mercure ait atteint une position fixe. Mais ce procédé a le grave inconvénient d'exiger un temps considérable (vingt minutes) pour chaque mesure.

Minéralogie. — *Sur la structure du milieu cristallin.* Note de M. G. FRIEDEL, présentée par M. Michel LÉVY.

M. Friedel communique une longue note relative au réseau cristallin dans les corps cristallisés, et à l'idée de molécule cristallographique. Il oppose à cette molécule hypothétique la considération de motif cristallin, correspondant au remplissage complet de la maille par la matière.

Il définit également le *réseau matériel* du cristal et expose à ce sujet quelques résultats qui seront étudiés et développés dans le *Bulletin de la Société de l'Industrie minière*.

A. B.

BIBLIOGRAPHIE

Revue des principales publications techniques.

CHEMINS DE FER

Projet de ligne électrique à grande vitesse entre Berlin et Hambourg. — Les récents progrès réalisés sur la ligne d'essais de Marienfelde (1) dans le domaine de la traction électrique, ont inspiré en Allemagne le vif désir de profiter de ces résultats pour créer une ligne directe à grande vitesse entre Berlin et Hambourg, qui sont éloignés de 250 kilom. (285 par la ligne actuelle). Le faible relief de la région à traverser en faciliterait d'ailleurs l'exécution.

Les Sociétés Allgemeine E. G. et Siemens-Halske ont chacune établi un projet de chemin de fer électrique Berlin-Hambourg. Celle-ci n'a envisagé qu'une seule voie avec garage au milieu, à Wittenberg, et des trains toutes les deux heures. La première Société, au contraire, prévoit une double voie, un parcours sans arrêt et deux trains par heure. Ces voies seraient naturellement renforcées et sur plate-forme spéciale.

Le courant serait mono ou triphasé, les voitures analogues à celles de Marienfelde, avec bogies à trois essieux. L'écartement des roues (1^{re} 44) pourrait être avantageusement augmenté.

Les trains se composeraient de deux à quatre voitures, dont une motrice. En raison de l'importance énorme de la résistance de l'air sur le front de la première voiture, une exploitation par voitures isolées ne serait pas économique. Le trajet durerait, d'après le premier projet, 1 h. 55; d'après le second, 1 h. 25 à 1 h. 50 suivant la vitesse définitivement adoptée pour le service. Il est d'ailleurs à noter que ce gain de 25 minutes serait acheté très cher.

Le trafic annuel de Berlin à Hambourg est actuellement de 420 000 voyageurs et monterait sans doute à plus de 600 000.

La Société Siemens-Halske estime la dépense (voie unique) à 70 millions de marks; l'Allgemeine E. G. prévoit 125 millions pour deux voies, et même

140 millions pour pouvoir réaliser une vitesse de 200 kilom. à l'heure.

M. VON MÜHLENFELS critique, dans la *Zeitung des Vereins deutscher Eisenbahnverwaltungen*, du 27 juillet, ces projets et leurs évaluations quant aux recettes et aux dépenses d'exploitation, quant à la possibilité de faire construire par l'État une ligne de ce genre, et aux conséquences économiques devant résulter de ce que la ligne actuelle serait privée d'un élément de trafic considérable.

CHIMIE INDUSTRIELLE

Nouvelle méthode pour la recherche de la falsification du beurre par l'huile de coco. — L'analyse des beurres, en ce qui concerne leurs falsifications, est depuis longtemps déjà l'objet de préoccupations de la part des experts et du législateur.

Le problème en effet se présente avec des difficultés très grandes en raison de la similitude qu'ont entre elles les diverses graisses d'origine animale ou d'origine végétale.

Il n'a guère d'intérêt cependant qu'au point de vue des droits fiscaux et de la sincérité des transactions, car toutes les graisses ont à un degré très peu différent la même valeur nutritive sinon la même facilité d'assimilation. Le problème analytique peut être considéré à peu près comme résolu si l'adultération résulte d'une addition de margarine; il s'est compliqué dans ces derniers temps du fait de l'introduction, dans les beurres, d'huile ou beurre de coco lequel diffère assez des autres graisses en ce qu'il renferme les acides volatils du beurre de vache à peu près en quantité aussi élevée que celui-ci.

Dans une étude que publient les *Annales de l'Institut Agronomique*, de mai, et que reproduit le *Moniteur Scientifique*, de juillet, MM. A. MUNTZ et H. COUDON indiquent la méthode qui peut être employée pour reconnaître cette nouvelle fraude.

Les auteurs étudient d'abord les caractères comparés du beurre de vache, de l'huile de coco et des autres graisses, puis les divers procédés de recherche de l'huile de coco et celui auquel ils se sont arrêtés: fusion et filtration du beurre, saponification, mise en liberté et distillation des acides gras, titrage des acides volatils solubles et insolubles.

Ils terminent en donnant les résultats de l'application de la nouvelle méthode à l'expertise des beurres ainsi qu'à la recherche de la falsification dans les mélanges complexes et concluent que dans tous les cas qui peuvent se présenter dans la pratique et qui sont soumis à l'appréciation des experts, ceux-ci sont en mesure de se prononcer sans hésitation sur la présence de l'huile de coco dans les divers mélanges où on peut la faire entrer.

ÉLECTRICITÉ

L'usine de la Central Electric Supply Co. — *L'Electrical Review*, des 6 et 13 mai, donne une description détaillée de cette usine, qui, située à Grove Road, Marylebone, alimente les quartiers centraux de Londres. Elle est disposée pour recevoir des machines jusqu'à 100 000 chevaux, et en contient actuellement 13 000.

L'énergie est produite sous forme de courants triphasés à 6 000 volts, fréquence 46.

Parmi les particularités que présente l'installation, nous citerons:

L'emploi de dix chaudières verticales de 1 000 chevaux chacune, avec carneaux aériens en acier montés au-dessus du toit, à 30 mètres du sol, et cheminée en briques de 80 mètres de hauteur et 5^m 50 de diamètre intérieur;

La surchauffe partielle de la vapeur dans la chaudière même, les tubes supérieurs ne contenant pas d'eau;

Une importante installation pour épurer 110 mètres cubes d'eau à l'heure;

Un système de transport automatique du charbon et des escarbilles.

Les machines à vapeur sont du type vertical et à simple effet.

L'éclairage de l'usine est assuré par une batterie d'accumulateurs, qui peut fournir momentanément le courant d'excitation.

L'article se termine par une description sommaire des sous-stations.

Prédétermination de la commutation dans les dynamos à courant continu. — *L'Electrical Review*, du 28 mai, reproduit une communication de M. L. WATERS à l'American Institute of Electrical Engineers, où l'auteur établit, pour l'appréciation de la qualité d'une machine au point de vue

1. Voir le *Génie Civil*, t. XLII, n° 11, p. 161, et n° 12, p. 177. — t. XLIV, n° 2, p. 29.

de la commutation, la formule suivante, qui sans être rigoureuse suffit aux besoins de la pratique :

$$C = n^2(lk + pc)NI/PQ.$$

C étant une constante pour un type déterminé de machine (l'auteur en indique la valeur pour plusieurs modèles de dynamos);

l la longueur du noyau de fer;

k une constante qui dépend des dimensions de la rainure (l'auteur publie une courbe donnant la valeur de k en fonction du rapport de la largeur de la rainure à sa profondeur);

p le pas polaire;

c une constante;

N le nombre de sections commutées en série (une dans un induit en parallèle, la moitié du nombre de pôles dans un induit en série);

I le courant dans une section;

f la fréquence de commutation (produit de la vitesse par le nombre de touches du collecteur);

P et Q deux facteurs tenant compte, l'un de la présence de plusieurs tours par encoche, l'autre de la présence d'une section morte.

L'auteur indique par des graphiques la valeur de ces facteurs.

Distribution à trois fils et à 500 volts. — L'*Electrical Review*, du 28 mai, reproduit un mémoire lu par M. W. J. BARNES à la National Electric Light Association, et dans lequel il décrit la transformation opérée dans la distribution de l'électricité à Narragansett.

En 1899, le système avait 9 000 kilowatts reliés au réseau, et alimentés, partie en courant alternatif, partie en courant continu à 500 volts (force motrice), partie en série (arcs).

Une ordonnance municipale ayant exigé la suppression d'une grande partie de la canalisation aérienne, on a procédé en même temps à la suppression d'une grande partie de la distribution alternative, et de tous les arcs en série, pour les remplacer par une distribution à courant continu, à 2×250 volts, avec conducteur neutre à la terre.

Une batterie d'accumulateurs a été installée dans une sous-station, à 720 mètres de l'usine; elle comporte 296 éléments, et peut débiter 840 ampères. Un grand nombre d'installations intérieures ont dû être refaites, et comme la tension secondaire alternative employée primitivement était de 50 volts, on a pu y réaliser une très notable économie de cuivre.

Principes de l'étude des transformateurs. — En raison du grand nombre de variables que comporte le problème du transformateur, la solution exclusivement théorique serait, sinon impossible, du moins d'une complication extrême.

On peut, néanmoins, éviter les déterminations purement empiriques; c'est ainsi que M. Th. GRAY indique dans l'*Electrical World*, des 23 et 30 avril, une méthode propre à la détermination des dimensions d'un transformateur d'un type donné et de rendement maximum.

Examinant d'abord les transformateurs à une seule branche enroulée, il démontre que le rendement électrique maximum correspond à un égal volume de fer et de cuivre, et que le rapport de la longueur à la largeur de la section doit être 3, lorsqu'on emploie des sections rectangulaires.

Il étudie ensuite les transformateurs à deux branches enroulées, et les transformateurs blindés.

Après avoir appliqué ces données à l'étude pratique des transformateurs, et donné quelques exemples numériques, il montre, enfin, l'influence de quelques modifications dans la forme (angles arrondis, etc.).

Les accumulateurs à fort régime de décharge. — Dans l'*Electrical World*, du 21 mai, M. W. DONALDSON donne d'intéressants renseignements sur la construction des accumulateurs spécialement destinés aux décharges courtes et intenses.

Il conseille de faire les supports exclusivement en plomb pur, et de déposer la matière active exclusivement par voie électrochimique. Il indique les rapports à observer entre les poids de matière et les poids de supports, entre les surfaces actives et les régimes de décharge, entre les dimensions des positives et celles des négatives.

Le caractère pratique de ces renseignements et surtout les nombreux détails qui s'y trouvent mentionnés ne se prêtent guère à l'analyse, et nous engageant à y renvoyer le lecteur.

On trouvera dans le numéro du 18 juin, du même journal, quelques observations sur cet article, par M. S. H. RABENALT.

Mesure de la résistance d'isolement d'un réseau électrique. — M. E. F. NORTHRUP publie, dans l'*Electrical World*, du 21 mai, deux méthodes pour la mesure de l'isolement, pendant la marche, des deux branches d'un réseau.

A l'aide d'un voltmètre de résistance connue g, on mesure d'abord la différence de potentiel E entre les deux barres du tableau, puis V₁ entre l'une des barres et la terre, puis V₂ entre l'autre barre et la terre.

Les résistances d'isolement X₁ et X₂ de chacune des branches sont :

$$X_1 = \frac{g(E - V_1 - V_2)}{V_2} \quad \text{et} \quad X_2 = \frac{g(E - V_1 - V_2)}{V_1},$$

et le courant de fuite à travers le sol est :

$$I = \frac{E}{X_1 + X_2}.$$

Après avoir donné un exemple numérique de cette méthode, l'auteur en indique une autre, basée sur l'emploi du galvanomètre, et applicable aux résistances supérieures à 1 mégohm.

MÉCANIQUE

Presse hydraulique à embattre les roues. — Le *Praktische Maschinen Konstrukteur*, du 7 juillet, décrit sommairement une presse hydraulique horizontale à embattre les roues, qui comporte 18 cylindres disposés radialement autour de secteurs en fonte. Ceux-ci enserrant la jante et l'amènent à ses dimensions et à son profil définitifs. La pression de l'eau est de 100 à 200 kilogrammes.

Un dispositif aménagé dans la partie inférieure du bâti de la presse a pour but d'assurer que tous les secteurs restent bien à chaque instant sur la circonférence d'un même cercle, concentrique à l'axe de la presse et par conséquent de la roue.

Les bandages en acier doivent être soumis, en raison de leur élasticité notable, à une pression de longue durée; il est donc important de pouvoir maintenir la pression constante pendant un certain temps avant d'ouvrir l'échappement, et le dispositif déjà signalé y pourvoit.

Une pompe de compression quelconque est adjointe à la presse; la puissance nécessaire est de 2 à 3 chevaux. Le diamètre des pistons de la presse est de 16 ou 20 centimètres, suivant qu'il s'agit de bandages de 80 × 20 ou de 150 × 40 millimètres et de roues de 1^m 50 ou de 1^m 75 de diamètre.

Turbine à vapeur Parsons. — Dans un récent mémoire, analysé par l'*Electrical World*, du 4 juin, M. PARSONS indique les plus récents résultats obtenus dans l'application des turbines à la commande des dynamos.

Avec une pression de 9^k 8, une surchauffe de 55 degrés et un vide de 69 centimètres, la consommation est 11^k 3 de vapeur par kilowatt-heure pour un groupe de 100 kilowatts, 10 kilogr. pour un groupe de 200 kilowatts, 9^k 1 pour un groupe de 500 kilowatts, 8^k 6 pour un groupe de 1 000 kilowatts, 8^k 2 pour un groupe de 1 500 kilowatts, et 7^k 2 pour un groupe de 3 000 kilowatts. Sans surchauffe, il faut compter 10 % en plus.

Un bon vide est essentiel, mais la dimension ordinaire de condenseur suffit moyennant une disposition rationnelle quant aux sections et aux vitesses relatives. La quantité d'eau de condensation est de cinquante fois environ la consommation de vapeur à pleine charge. La pompe de circulation absorbe environ 1 % de la puissance.

L'auteur décrit un « augmentateur » de vide, formé d'une sorte d'éjecteur monté au-dessous du condenseur principal, et ayant pour fonction d'en extraire l'air, pour l'envoyer dans la pompe à air, reliée au condenseur par une tuyauterie formant joint hydraulique et évitant le retour de l'air. Avec un vide de 66 centimètres à la pompe, on obtient ainsi 70 à 71 centimètres au condenseur avec une consommation de vapeur qui représente 1 1/2 % environ de celle de la turbine à pleine charge.

Un tableau de résultats d'essais montre l'effet de cet augmentateur.

L'auteur donne finalement quelques indications sur la construction des dynamos et alternateurs destinés à l'accouplement aux turbines.

MÉTALLURGIE

Récupération par électrolyse de l'étain des vieilles boîtes de conserves et des déchets de fonderies. — D'après l'*Engineer*, du 1^{er} juillet, cette industrie électrométallurgique de deuxième ordre

serait des plus prospères; ainsi, huit usines, en Allemagne, traiteraient par an 30 000 tonnes de déchets de cette façon, ce qui correspond à environ 1 000 tonnes d'étain récupérées. Des usines analogues existaient de même en Australie, en Amérique, en Angleterre.

Les divers procédés en usage sont :

Le procédé Claus, qui utilise comme anodes les crasses plongées dans une solution chaude de sulfostannate de sodium fonctionnant comme électrolyte;

Le procédé Garcia, où l'on dissout l'étain dans une solution de chlorure ferrique, laquelle est électrolysée ensuite, après addition d'acides phénique et sulfurique;

Le procédé Gelstharpe: la dissolution électrolytique des crasses, d'abord comprimées dans des cadres en bois pour en faire des anodes rectangulaires de 28 kilogr., se fait dans une solution d'acide chlorhydrique à 1,25 % additionnée d'un peu d'acide sulfurique et en employant une feuille d'étain comme cathode;

Le procédé Goldschmidt, qui utilise vraisemblablement un électrolyte alcalin, et qui est tenu assez secret; il est employé avec succès en Allemagne à Essen, où l'on traite ainsi 15 000 tonnes de déchets par an;

Le procédé Smith et Gutensohn, en usage aussi en Allemagne; on dissout électrolytiquement non seulement l'étain mais aussi le fer des fers étamés dans un liquide à un dixième d'acide sulfurique sous une force électromotrice de 1,9 volt; l'étain se dépose sur une cathode en cuivre; quant à l'électrolyte qui devient saturé en sulfate de fer au bout de quelques semaines, il doit être renouvelé de temps à autre.

D'autres procédés moins importants ou n'ayant pas la consécration d'une assez longue pratique, sont également indiqués, ainsi que le prix de revient des opérations, les difficultés techniques et commerciales de cette industrie et le développement qu'elle est susceptible de prendre dans l'avenir.

MINES

Station d'exhaure à commande électrique. — Le *Praktische Maschinen Konstrukteur*, du 7 juillet, décrit une station d'exhaure à commande électrique, installée au puits Neu-Iserlohn, de la mine Harpener, à Dortmund, ainsi qu'une autre station, installée également par l'Allgemeine Elektrizitäts Gesellschaft.

La première station remonte 3 600 litres d'eau par minute, à la hauteur de 380 mètres, au moyen de deux moteurs triphasés de 175 chevaux, actionnant directement des pompes Riedler à pistons plongeurs.

Les soupapes d'aspiration de ces pompes sont annulaires et entourent les plongeurs. Elles sont fermées par un dispositif mécanique un peu avant la fin de la course des pistons, de façon à éviter les coups qui se produiraient en raison de la rapidité de la marche. Les soupapes de refoulement sont disposées semblablement.

L'autre installation comporte des pompes centrifuges Sulzer, tournant à 900 tours, directement attelées à des moteurs triphasés de 600 chevaux, et élevant 7 600 litres par minute à 250 mètres de hauteur.

PHYSIQUE INDUSTRIELLE

Utilisation des ordures ménagères à la production de vapeur. — Dans un mémoire reproduit par l'*Engineering*, du 3 juin, M. C. NEWTON RUSSELL étudie le problème de la destruction économique des ordures ménagères.

Au point de vue hygiénique la destruction immédiate par le feu s'impose si l'on n'a pas d'autre utilisation que l'épandage et bien que cette dernière solution soit souvent beaucoup plus économique.

L'auteur examine les conditions auxquelles doit satisfaire l'installation, en se basant sur ce que : 1° les ordures ménagères ont un pouvoir calorifique suffisant pour être brûlées très aisément sans addition de charbon, lequel dans ces conditions est d'ailleurs très mal utilisé; 2° les gaz qui se dégagent sont assez chauds pour pouvoir être utilisés à la production de vapeur, soit d'eau chaude pour lavoirs ou bains publics; 3° la puissance calorifique des ordures ménagères est sensiblement constante d'une ville à l'autre.

8 à 10 tonnes d'ordures correspondent environ à

1 tonne de bon charbon. Les cendres et les poussières des carneaux ont un pouvoir absorbant considérable et peuvent recevoir quelques applications industrielles.

Leur production qui est très grande (environ un tiers du poids brûlé) est le principal inconvénient de ce mode de destruction.

La chaleur spécifique de la vapeur d'eau surchauffée. — Dans l'*Engineer*, du 8 juillet, M. Robert H. SMITH relate les expériences de M. H. LORENZ sur la détermination de la chaleur spécifique de la vapeur d'eau à des températures variables de 160 à 380 degrés sous une même pression, laquelle, d'une série d'expériences à l'autre, a varié de deux à neuf atmosphères.

L'auteur présente les résultats trouvés sous forme d'abaque montrant que, entre les limites indiquées, la chaleur spécifique passe de la valeur 0,48 à 0,70 calorie. Il décrit en outre, le calorimètre ayant servi à faire ces déterminations.

RÉSISTANCE DES MATÉRIAUX

Méthode pour l'étude des phénomènes du choc. — Les éprouvettes d'acier doux fragile présentent cette particularité que, quoiqu'elles aient, à la machine de traction, une limite d'élasticité et un allongement élevés, leur rupture au mouton ne nécessite qu'un nombre très petit de kilogrammètres.

M. A. PERROT, s'étant proposé de rechercher les raisons de cette discordance entre les chiffres de la résistance à la rupture et de l'allongement, et le nombre de kilogrammètres nécessaires pour rompre ces éprouvettes, publie le résultat de ses recherches dans la *Revue de Métallurgie*, de mai 1904.

Les essais de choc ayant tous donné la somme des travaux élémentaires nécessaires pour produire la rupture de l'éprouvette, l'auteur s'est appliqué à mesurer la force exercée sur l'éprouvette aux différents instants du choc et a, pour cela, pensé à mesurer directement les forces à l'aide d'un ressort.

Pour réaliser cette idée, MM. Michel Lévy et Perrot ont utilisé le mouton de la marine, dont la chabotte, mobile autour d'un axe horizontal, permet l'encastrement de l'éprouvette. Les bras de la chabotte ayant été supprimés, un ressort puissant, en acier au silicium dur, a été placé sous elle; ce ressort, calculé spécialement de manière à offrir peu d'inertie, repose sur le socle de la chabotte proprement dite et présente la forme d'un disque évidé dans la partie centrale. Il travaille à l'écrasement. Pour enregistrer sa flexion, le tourillon porte un miroir sur lequel vient tomber un faisceau parallèle, issu d'un point vivement éclairé, dont l'image se forme sur une plaque photographique portée par le mouton et se déplaçant avec lui; grâce à un prisme redresseur intercalé sur le trajet, le miroir déplaçant le rayon lumineux dans un plan vertical, le point lumineux se déplace horizontalement sur la plaque. Ce point trace une courbe dont les abscisses proportionnelles à la flexion du ressort donnent les efforts et dont les ordonnées sont les déplacements du mouton.

D'après les résultats obtenus jusqu'ici par M. Perrot il croit pouvoir dire que :

« Pour un même métal, la valeur de l'ordonnée initiale semble indépendante de la largeur d'entaille et de la hauteur de chute. »

Voici les chiffres obtenus pour quatre métaux différents :

Résultats déduits des épreuves :

CHOC	TRACTION LENTE	
	RÉSISTANCE	ALLONGEMENT
17. Laiton	39 kilogr.	32 %
50 —	39 —	39 —
66 —	42 —	26 —
92 —	50 —	10 —

Avec la méthode au choc, les courbes données sont différentes pour deux métaux comparables au point de vue statique, discordants au point de vue dynamique.

Réunion annuelle de l'Association américaine pour l'essai des matériaux. — La septième réunion annuelle de cette société, a eu lieu les 16, 17 et 18 juin dernier à Atlantic City. Les principaux sujets qui y ont été traités sont :

Enduits pour préserver les constructions métalliques de la rouille;

Fixation de la manière de spécifier les fontes et les pièces moulées finies, par M. Walter Wood;

Spécification des tuyaux en fonte;

Spécification et fixation de types pour les aciers et les fers commerciaux.

Spécification des ciments naturels et artificiels;

Sous-produits dans la fabrication du ciment de Portland, par M. Clifford RICHARDSON;

Essais des solives en béton armé;

Essais magnétiques du fer et de l'acier, par M. C. E. SKINNER;

Nouvelle méthode rapide pour l'essai des fers à la flexion, par M. J. P. SNOW;

Essai des fers à la traction par le choc, par M. W. K. HATT;

Aciers spéciaux, par M. W. METCALF.

TRAVAUX PUBLICS

Les grands ports français de l'Atlantique. — M. Paul LÉON poursuivant l'étude qu'il a entreprise sur les grands ports français de l'Atlantique (1) examine, dans les *Annales de Géographie*, du 15 juillet 1904, la situation actuelle de La Rochelle-La Pallice et de Bordeaux-Mauillac.

La transformation du vieux port de pêche de La Rochelle en un port de grande navigation, s'est effectuée d'après les mêmes principes que celle de Saint-Nazaire, surtout dans le but d'assurer un port sur l'Atlantique au réseau des Chemins de fer de l'État, qui y contribua dans des proportions élevées. Le bassin à flot de La Pallice, commencé en 1881, fut ouvert au commerce en 1890; une profondeur de 9^m 50, une écluse d'entrée de 235 mètres, une surface d'eau de 11 hectares, etc., y constituent les éléments d'un puissant outillage maritime. Pourtant, malgré ces avantages et un développement industriel considérable, le mouvement total de La Pallice ne dépasse pas 286 000 tonnes. L'auteur en voit la raison dans l'étroite union de ce port au réseau d'État qui, enserré, coïncé entre les grandes lignes de la Compagnie d'Orléans n'est pas réversible. L'absence de tarifs communs, auxquels s'oppose le plus possible la Compagnie d'Orléans, restreint encore la zone d'action de La Rochelle.

M. Léon indique ensuite les grands avantages que présente la situation de Bordeaux qui, le long de ses quais, dispose d'une profondeur de 6 mètres et dont l'avant-port, Pauillac, assure des profondeurs moyennes de 8 mètres et des profondeurs maxima de 9^m 50; il montre les différences existant entre Saint-Nazaire et Pauillac, ce dernier port n'ayant aucune autonomie et n'étant, en réalité, qu'une gare de transbordement. Malgré ses avantages naturels, Bordeaux souffre actuellement d'une crise sérieuse, sévissant sur le commerce des vins qui, jusqu'à maintenant, était sa spécialité presque unique.

L'auteur recherche dans quelle voie ce port devra chercher les éléments d'une fortune nouvelle et estime que son développement industriel est intimement lié au développement général de l'outillage qui s'y poursuit actuellement et à la valeur même des voies de transport qui le desservent, voies navigables et chemins de fer.

Malgré l'intensité de la navigation fluviale dans la région bordelaise, le commerce du port ne pénètre pas très loin dans l'intérieur, par suite d'une mauvaise organisation de la batellerie; d'autre part, il est indispensable d'uniformiser le gabarit des canaux qui réunissent Bordeaux à Cette.

Quant aux chemins de fer, une entente s'impose entre les diverses Compagnies qui desservent Bordeaux et dont les tarifs actuels pèsent lourdement sur l'avenir de ce port.

Les tunnels sous-marins. — Les *Mittheilungen des Vereins für die Förderung des Lokalbahnwesens*, de juin, reproduisent une conférence dans laquelle M. ZIFFER signale les trois tunnels sous-marins actuellement en construction à New-York : l'un pour le compte du Rapid Transit Railway, les autres pour le Manhattan Railway; puis un projet de tunnel (3 kilom.) reliant l'île de Wight aux voies du London and South Western Railway; enfin un projet, déjà décrit par le *Génie Civil* (2), étudié par M. Berlier pour réunir Tanger à la côte de l'Espagne (un peu à l'ouest de Tarifa), et présentant une longueur de 32 kilom., avec des rampes de 25 millimètres seulement.

Ouvrages récemment parus.

Les Applications des aciers au nickel (avec un appendice sur la *Théorie des aciers au nickel*), par Ch.-Ed. GUILLAUME, directeur adjoint du Bureau international des Poids et Mesures. — Un volume in-8° de 215 pages, avec 25 figures. — Gauthier-Villars, éditeur, Paris, 1904. — Prix : 3 fr. 50.

Les variations du volume et de l'élasticité des corps en fonction de la température étaient, jusqu'à ces dernières années, considérées comme inhérentes à la matière. La découverte d'alliages invariables est venue permettre de simplifier grandement les mécanismes de précision en supprimant ces perturbations et les organes correcteurs qu'elles nécessitaient.

M. Guillaume étudie, dans ce volume, les propriétés des aciers au nickel réversibles (anomalies de dilatation et d'élasticité); puis leurs applications : aux étalons de longueur (étalons géodésiques en fils d'acier); aux chronomètres (pendule à tige d'acier au nickel, balancier compensateur, spiral); enfin aux instruments de précision divers (thermomètres, diapasons, etc.) et à la soudure étanche d'un métal dans du verre.

Un appendice résume la théorie des aciers au nickel qui a fait l'objet de longues recherches de l'auteur.

La Balistique graphique et son application dans le calcul des tables de tir, par M. A. MOREL, Ingénieur, ancien Élève de l'École des Ponts et Chaussées. — Une brochure grand in-8° de 60 pages, avec 9 planches d'abaques. — Gauthier-Villars, éditeur, Paris, 1904. — Prix : 3 fr. 50.

Jusqu'à présent, la méthode graphique n'a pas encore été employée en balistique. Aussi M. Morel, mettant à profit les recherches qu'il a eu l'occasion de faire comme Ingénieur du service de l'artillerie au Creusot, a-t-il publié cette brochure qui donne la solution, au moyen d'abaques dont l'exactitude a été vérifiée par l'expérience, des principaux problèmes de cette science : lois de la résistance de l'air; mouvement des projectiles dans le vide et dans l'air; établissement des tables de tir.

Utilisation pratique et complète d'une chute d'eau pour tous les services d'une exploitation minière, par Maurice LECOMTE-DENIS, Ingénieur civil des Mines. — Un volume in-8° de 95 pages, avec 46 figures. — V^e Dunod, éditeur, Paris, 1904. — Prix : 4 francs.

Cette brochure se divise en deux parties :

Dans la première, l'auteur passe en revue les conditions des chutes d'eau qui peuvent se présenter dans la nature, en vue de leur utilisation. De plus, il indique comment, à l'aide de l'électricité, on pourra transporter au loin cette énergie hydraulique fournie par la nature.

La deuxième partie montre et résout les difficultés que l'on rencontre dans l'exécution d'un projet.

C'est l'exemple d'une installation réalisée sur le Doux, torrent qui se jette dans le Rhône à Tournon, pour la transmission de l'énergie électrique aux divers chantiers et services d'une exploitation minière voisine.

Les Maladies des Machines électriques. — (*Défauts et accidents qui peuvent se produire dans les génératrices, moteurs et transformateurs*), par Ernest SCHULZ, traduit de l'allemand par A. HALPHEN, Ingénieur-électricien. — Un volume in-16 de 92 pages, avec 42 figures. — V^e Dunod, éditeur, Paris, 1904. — Prix : cartonné, 2 fr. 50.

L'auteur a voulu présenter, sous une forme simple, les défauts, accidents et erreurs de connexions qui peuvent se produire dans les génératrices et les moteurs à courant continu ou alternatif, dans les transformateurs, ainsi que dans les rhéostats de champ ou de démarrage.

Il passe en revue, notamment, les défauts dans les induits, les balais, les collecteurs, les fausses connexions des inducteurs, les courts-circuits dans les bobines, les inversions de polarité, les échauffements anormaux, etc.

L'ouvrage se termine par un chapitre contenant les méthodes élémentaires de détermination du rendement, avec exemples numériques.

Le Gérant : H. AVOIRON.

IMPRIMERIE CHAIX, RUE BERGÈRE, 20, PARIS.

(1) Voir le *Génie Civil*, t. XLIV, n° 4, p. 4, et n° 2, p. 23.

(2) Voir le *Génie Civil*, t. XXXII, n° 16, p. 270.

LE GÉNIE CIVIL

REVUE GÉNÉRALE HEBDOMADAIRE DES INDUSTRIES FRANÇAISES ET ÉTRANGÈRES

Prix de l'abonnement par an. — Paris : 36 francs; — Départements : 38 francs; — Étranger et Colonies : 45 francs. — Le numéro : 1 franc.

Administration et Rédaction : 6, rue de la Chaussée-d'Antin, Paris.

SOMMAIRE. — **Tramways** : Les tramways électriques de Toulon, p. 257; P. CAUFORIER. — **Constructions civiles** : Les maisons ouvrières en Angleterre (*planche XVII*), p. 260. — **Travaux publics** : Travaux du port de Haidar-Pascha (Asie Mineure), p. 264. — **Législation** : Les bureaux de placement, p. 265; Louis RACHOU. — **Variétés** : Collecteur de poussières pour les fours à incinérer les gadoues, p. 267; — Le nouvel hôtel du « New-York Times », p. 267; — Sur la permanence des formes cristallitiques dans les cristaux, p. 268; — Nouveau procédé de stérilisation du lait, p. 268.

Correspondance : Jaugeage des conduites d'eau en service, p. 269; H. PARENTY. **SOCIÉTÉS SAVANTES ET INDUSTRIELLES** : Académie des Sciences (8 août 1904); p. 270. — **BIBLIOGRAPHIE** : Revue des principales publications techniques, p. 270; — Ouvrages récemment parus, p. 272. — **INFORMATIONS** : Congrès international des Tramways et Chemins de fer d'intérêt local, à Vienne, p. 272; — VII^e Exposition internationale de l'Automobile, du Cycle et des Sports, p. 272; — Concours international pour un appareil permettant d'indiquer l'état de charge d'un conducteur électrique, p. 272.

Planche XVII : Types de maisons ouvrières anglaises.

TRAMWAYS

LES TRAMWAYS ÉLECTRIQUES DE TOULON

HISTORIQUE. — La commune de Toulon, qui compte plus de 100 000 habitants, s'étend sur environ 6 kilom. du nord au sud, et 8 de l'est à l'ouest. L'existence d'une enceinte fortifiée étant un obstacle à l'ac-

tries qui en vivent habitent les communes limitrophes : la Seyne, Ollioules, la Valette, la Garde, le Pradet. Les relations de Toulon avec sa banlieue nécessitent donc des moyens de transports puissants et rapides.

Ces relations n'étaient assurées, jusqu'en 1886, que par des services d'omnibus, à départs espacés, à marche lente et à tarifs élevés.

Le réseau de tramways à traction animale fut déclaré d'utilité publique par décret du 15 janvier 1881; mais, par suite de la faillite du

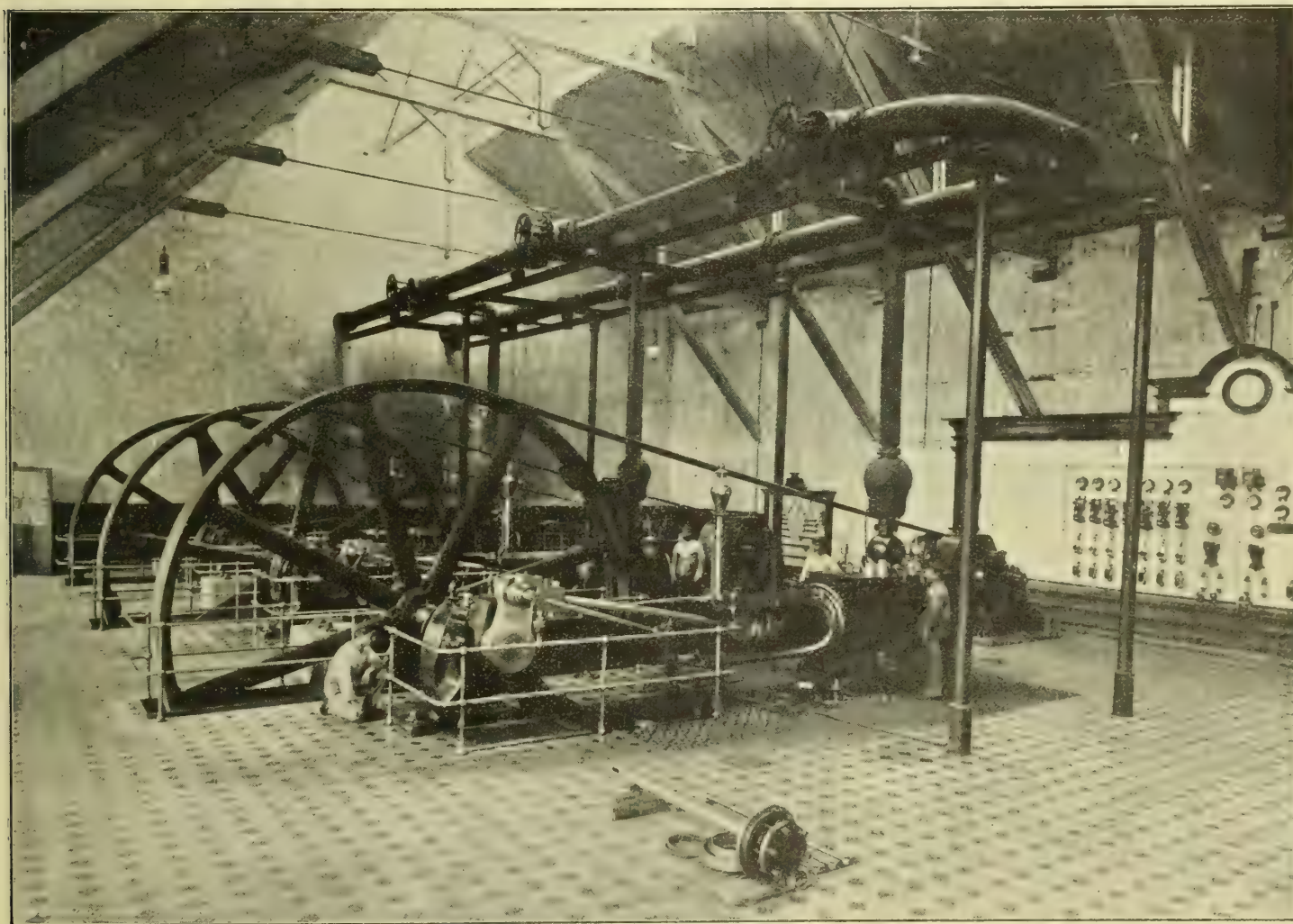


FIG. 1. — USINE ÉLECTRIQUE DES TRAMWAYS DE TOULON : Vue de la salle des machines.

croissement normal de la ville, dont la moitié, d'ailleurs, est occupée par les Établissements de la Marine, de grands faubourgs se sont rapidement développés à ses portes (fig. 2) : le Pont-du-Las, à l'ouest; Saint-Roch et les Routes, au nord-ouest; Saint-Jean-du-Var, à l'est; le Mourillon, au sud. D'autres agglomérations plus éloignées : l'Escaillon, Rigoumel, Brunet, Darboussèdes, la Serinette, le Cap-Brun, voient leur population augmenter tous les jours, l'ouvrier toulonnais cherchant à fuir les logements coûteux et insalubres de la vieille ville, pour habiter une maisonnette à lui, avec un jardinnet cultivé aux heures de loisir. Enfin, bon nombre des ouvriers de l' Arsenal et des indus-

triers qui en vivent habitent les communes limitrophes : la Seyne, Ollioules, la Valette, la Garde, le Pradet. Les relations de Toulon avec sa banlieue nécessitent donc des moyens de transports puissants et rapides.

premier concessionnaire, la ligne de Brunet à Bon-Rencontre ne fonctionna qu'en 1886, et celle du Mourillon qu'en 1890. La Société des Chemins de fer et Tramways du Var et du Gard, qui avait acquis la concession du réseau en 1888, installa la traction électrique à la suite d'une convention avec la Société Schückert. Celle-ci se chargeait de la production de l'énergie et de la conduite des voitures, la Société concessionnaire se bornant à assurer la perception. La transformation fut réalisée, en 1897, sur la ligne du Mourillon et sur celle de la Valette à Bon-Rencontre; le prolongement de cette dernière sur Ollioules fut mis en service en 1898.

Depuis 1899, la Société, réorganisée et affiliée à la Compagnie Générale française de Tramways, exploite entièrement son réseau par elle-même.

La ligne du Cap-Brun fut inaugurée en décembre 1903.

La ligne des Routes n'est en service que depuis le 1^{er} juillet 1904, des difficultés administratives ayant retardé la pose de la voie sur le pont franchissant la ligne de Paris à Nice et la traversée de diverses lignes télégraphiques.

ENSEMBLE DU RÉSEAU. — Le réseau comprend (fig. 2) :

1^o La ligne d'Ollioules à la Valette. — Cette ligne, à voie unique d'Ollioules à l'Escaillon et à double voie de ce point à la Valette, présente un profil assez facile, sauf une rampe de 70 millièmes à la sortie d'Ollioules. Elle dessert la petite ville d'Ollioules, les faubourgs de l'Escaillon et du Pont-du-Las, l'Arsenal, les quartiers neufs de la ville, les faubourgs de Sainte-Catherine, Saint-Jean-du-Var, Brunet, Darbous-sèdes, et la petite ville de la Valette.

2^o La ligne de la gare P.-L.-M. au Mourillon. — Cette ligne est à double voie, sauf dans les rues étroites de la vieille ville. Elle présente peu de déclivités, mais de nombreuses courbes descendant jusqu'à 14 mètres de rayon. Elle dessert la gare P.-L.-M., l'Arsenal, les lignes de bateaux de la Seyne, des Sablottes et de Saint-Mandrier, la gare du Sud-France (en construction), l'Arsenal et les casernes du Mourillon, le faubourg de ce nom, et les bains de mer du littoral.

L'exploitation de cette ligne présente une particularité peut-être unique en France. Les voitures prennent la voie droite, comme d'ail-

velles, est le « Phénix-Toulon », long de 12 mètres, et pesant 38 kilogr. au mètre courant. Le patin, large de 0^m 13, repose sur une couche de 0^m 05 à 0^m 10 de gros sable, bourré à la pioche mousse. Le rail est muni de six entretoises, espacées de 2^m 20, les extrêmes des deux rails consécutifs n'étant espacées que de 1 mètre. Les éclisses pèsent 10 kilogr.

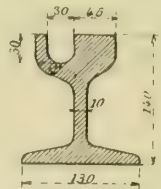


FIG. 3. — Coupe transversale du rail Phénix-Toulon.



FIG. 4. — Plan de la manœuvre d'une remorque au terminus.

chacune, et sont serrées par quatre boulons à « chapeau de gendarme » ; les joints nécessitent d'assez nombreux resserrages, et donnent lieu à un fort martellement au passage des voitures.

L'éclissage électrique est constitué par deux fils de même section que ceux de la ligne électrique, logés sous les éclisses et fixés au rail par des rivetages du genre des « Chicago rail bonds ».

Les aiguilles sont également de types très divers ; elles comprennent soit une lame mobile et une lame fixe, soit deux lames conjuguées avec ou sans ressort. Les cœurs sont fondus.

Lorsqu'une voiture quitte un tronçon commun à plusieurs lignes, c'est le wattman qui manœuvre l'aiguille au moyen d'un levier très court ;

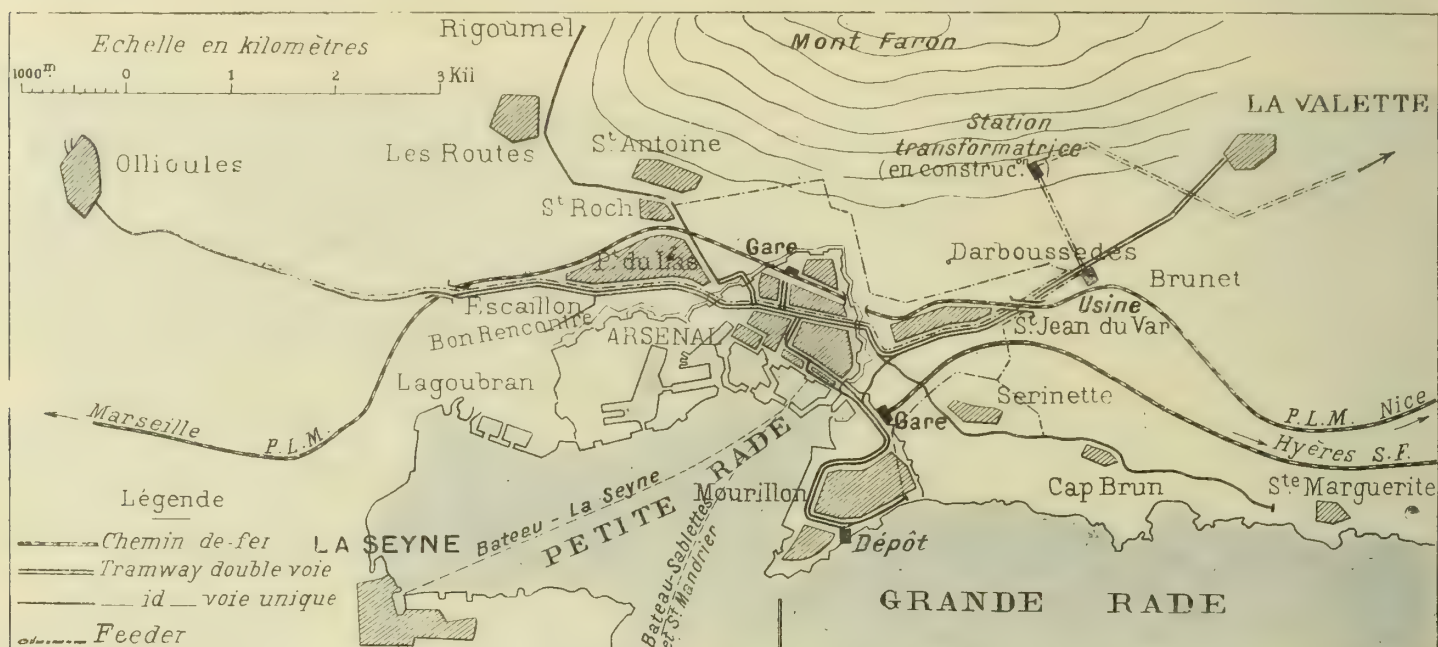


FIG. 2. — Plan d'ensemble de Toulon et des environs.

leurs sur le reste du réseau, sur la section à double voie, côté gare ; elles prennent la voie gauche sur la section à double voie, côté Mourillon. Nous n'avons pu recueillir d'explication satisfaisante de cette anomalie.

3^o La ligne de Toulon au Cap-Brun. — Cette ligne, à voie unique, présente de nombreuses courbes de petit rayon et de longues rampes atteignant 60 millièmes. Elle dessert les abattoirs, les faubourgs de la Serinette et du Cap-Brun, et aboutit à la limite de la commune de Toulon, avec prolongement éventuel jusqu'à la rencontre du chemin de fer Sud-France. Le pittoresque de la région traversée et la facilité de se rendre à pied du terminus de cette ligne au Mourillon en suivant le littoral, lui assurent un mouvement de voyageurs important les jeudis et dimanches, en dehors du trafic ordinaire.

4^o La ligne de Toulon aux Routes. — Cette ligne à voie unique, qui présente des pentes et des courbes assez accentuées, a donné lieu à l'ouverture d'une déviation, longue d'environ 150 mètres (la seule du réseau), pour éviter la traversée à niveau du P.-L.-M. Elle dessert les faubourgs de Saint-Roch, Saint-Antoine, les Routes et Rigoumel. Son tracé, aboutissant au pied des pittoresques montagnes qui entourent Toulon, lui assure un mouvement de voyageurs important les jeudis et dimanches, en dehors du trafic ordinaire.

VOIE. — La voie est de types très divers ; c'est ainsi qu'on y rencontre le rail Humbert, de 27 kilogr. par mètre courant, sur traverses métalliques ; les rails Vignole (27 kilogr.) ; petit Broca (28 kilogr.), sur traverses en bois ; grand Broca (34 kilogr.) ; Phénix-Toulon (38 kilogr.) et Phénix-Nice (45 kilogr.), posés directement sur ballast.

Le type normal (fig. 3), employé exclusivement pour les lignes nou-

velles, est le « Phénix-Toulon », long de 12 mètres, et pesant 38 kilogr. au mètre courant. Le patin, large de 0^m 13, repose sur une couche de 0^m 05 à 0^m 10 de gros sable, bourré à la pioche mousse. Le rail est muni de six entretoises, espacées de 2^m 20, les extrêmes des deux rails consécutifs n'étant espacées que de 1 mètre. Les éclisses pèsent 10 kilogr.

La ligne électrique est formée pour chaque voie d'un fil de cuivre de 8^{mm} 25 de diamètre, suspendu par des fils d'acier à double isolement. Les pattes d'araignée ayant pour but de raidir le fil dans les courbes sont réduites au minimum. Les fils de suspension s'ancrent aux bâtiments en bordure de la route partout où la disposition des lieux le permet, et dans les parties supportées par poteaux, on préfère en général un fil tendu entre deux poteaux à une potence supportée par un poteau unique. Les aiguillages électriques sont tous fixes.

Les poteaux sont, soit en bois avec potence en fer, soit en fers assemblés par des croisillons en fonte et des ceintures chassées au droit des croisillons, soit en tubes télescopiques d'acier avec rondelles et chapeau en fonte ; ce dernier type est le type normal.

Les plaques indiquant les haltes sont fixées aux poteaux ; elles n'ont pas d'éclairage spécial, et beaucoup sont difficilement visibles pour les wattmen et même pour le public.

Il n'y a pas de signaux ; on fait usage du bâton pilote sur la section à voie unique de la ligne du Mourillon.

TRACTION. — L'énergie électrique est actuellement fournie par une station centrale à vapeur située au Brunet. Elle sera prochainement fournie par la Société l'Energie électrique du littoral méditerranéen, au moyen d'une usine hydro-électrique située à Entraygues, soit à environ 60 kilom. de Toulon, que nous nous proposons de décrire ultérieurement, et d'une station transformatrice en cours de montage dans l'usine actuelle.

Appareils à vapeur. — L'usine comporte trois machines monocylindriques à condensation (fig. 1) système Van den Kerkhove⁽¹⁾, à distribution genre Corliss. Le diamètre du cylindre est de 500 millimètres, la course du piston de 1000 millimètres, la vitesse de 90 tours et la puissance sur l'arbre, à cette vitesse, de 200 chevaux. Chaque machine possède son condenseur à mélange, installé dans le sous-sol, et en action les pompes au moyen d'un balancier articulé à la tête de bielle.

La vapeur est produite par trois chaudières semi-tubulaires timbrées à 8 kilogr., dont chacune est affectée en principe à une machine, et par une chaudière multitubulaire Roser, timbrée à 10 kilogr., servant de chaudière de secours.

Le charbon employé est, soit du lignite de Gardanne, soit du charbon anglais. Il était transporté autrefois depuis le port de commerce jusqu'à l'usine sur des wagons spéciaux utilisant une voie de raccordement qui contourne les fortifications. Ce service a été supprimé comme trop onéreux, et le transport se fait actuellement par deux tombereaux. Ceux-ci sont reçus sur un pont roulant électrique qui les décharge à volonté en un point quelconque de la soute, d'où le charbon est repris par wagonnets pour le service des chaudières. La consommation annuelle est de 4 800 tonnes.

L'eau de condensation est fournie par une nappe artésienne située à 125 mètres de profondeur; le débit du puits étant insuffisant, cette eau est refroidie au moyen d'un réfrigérant, système Léon Say.

Appareils électriques. — L'usine produit directement du courant continu à 600 volts.

Chaque machine à vapeur actionne par courroie une dynamo Schückert à 4 pôles, tournant à 400 tours et donnant 225 ampères sous 600 volts. Deux de ces machines suffisent amplement au trafic maximum des jours de semaine; en général, les trois marchent simultanément les jours de fête.

La batterie-tampon comprend 290 éléments Tudor ayant une capacité de 1 050 ampères-heure au régime de décharge en dix heures. Outre son rôle régularisateur, cette batterie assure le service des derniers départs du soir et des premiers départs du matin.

Utilisation du transport d'énergie. — Le courant triphasé venant de l'usine hydro-électrique d'Entraigues sous 25 000 volts sera d'abord transformé à 3 250 volts dans une sous-station éloignée d'environ 800 mètres de l'usine, dans le but de n'amener à celle-ci que des courants ayant un voltage usuel et ne nécessitant par suite ni précautions extraordinaires ni appareils spéciaux. Ce courant actionnera, dans la salle même des machines, deux moteurs générateurs, comprenant chacun un moteur synchrone de 230 kilovoltampères sous 3 250 volts à 25 périodes, accouplé à une génératrice donnant 375 ampères sous 600 volts. Les machines à vapeur seront maintenues pour fonctionner seules pendant la période de chômage annuel de l'usine hydro-électrique, et comme secours pendant le reste de l'année.

Feeders. — Le courant est distribué au réseau par neuf feeders de 104 millimètres carrés de section, rejoignant la ligne par la voie la plus courte en suivant les chemins publics. Ces feeders sont aériens et portés par les poteaux de la ligne ou par des poteaux du même type, sauf à la traversée de la ville et des faubourgs les plus peuplés où ils sont souterrains et constitués par des câbles armés.

Pour assurer dans toutes les voies une direction uniforme du courant de retour, et éviter ainsi ou au moins localiser les phénomènes d'électrolyse, on a créé, au point de départ de la ligne des Routes, un point de potentiel minimum relié à l'usine par un feeder de retour de 500 millimètres carrés. Ce feeder est constitué par deux câbles logés

dans une caisse de sapin remplie de brai et posés dans une tranchée longeant la voie; la chute de potentiel dans ce feeder (130 volts au maximum) est compensée par un dévolteur placé à l'usine.

Matériel roulant. — Le matériel roulant comprend 10 grandes voitures motrices, 30 petites motrices, 38 remorques ouvertes, 4 remorques fermées, une plate-forme pour la réparation de la ligne électrique (à cheval) et 1 chariot nettoyeur de voie (à cheval).

Les grandes voitures motrices comportent un truck à deux essieux actionnés chacun par un moteur Schückert AB 73 de 45 chevaux. La manœuvre se fait par un contrôleur Thomson-Houston permettant le freinage électrique par la mise des moteurs en court-circuit sur les résistances de démarrage. Cet équipement est d'ailleurs remplacé, à mesure de l'usure, par celui des petites voitures. La caisse comporte vingt places d'intérieur et quinze places sur chaque plate-forme, soit cinquante; mais il n'est pas rare qu'une voiture porte soixante ou soixante-dix voyageurs. L'éclairage est assuré par cinq lampes à l'intérieur, deux sur les plates-formes et deux au fanal avant. La corde de manœuvre du trolley s'enroule automatiquement sur un petit treuil à ressort.

Ces voitures ne marchent que sur la ligne d'Ollioules à la Valette, l'écartement des essieux leur interdisant les courbes des autres lignes.

Les petites voitures motrices ont deux moteurs Thomson G. 800 de

25 chevaux manœuvrés par un contrôleur Thomson sans freinage électrique; on ne peut donc obtenir celui-ci, interdit d'ailleurs en service normal, qu'en passant à la marche arrière. La caisse comporte dix-huit places d'intérieur et quinze sur chaque plate-forme, soit quarante-huit. L'éclairage est assuré par trois lampes à l'intérieur, deux aux plates-formes et une à chaque fanal (avant et arrière).

Il est regrettable qu'on n'ait pas prévu la possibilité de récupérer une partie de l'énergie dans les pentes ou aux arrêts; on obtiendrait, moyennant une modification peu importante au contrôleur, une éco-

nomie sensible de puissance motrice et surtout une diminution d'usure de la voie et du matériel sous l'action des freins. Accessoirement, la diminution des secousses augmenterait le confort.

Les remorques sont les anciennes voitures à traction animale. Elles comportent soit vingt, soit vingt-huit places assises avec banquettes transversales, et un nombre variable de places debout. Elles sont éclairées par cinq lampes prenant le courant par fil souple à la voiture motrice, et munies d'un frein à main. L'attelage se fait par tampon central articulé dans les deux sens, au moyen de chevilles et d'une barre à œils. Cet attelage, élastique du côté de la motrice, rigide du côté de la remorque, donne lieu à des démarrages assez brutaux.

La remise, à l'usine centrale, comprend trois grands halls avec fosses de visite, desservis par un transbordeur à niveau, et un atelier de réparation. Un petit dépôt situé au Mourillon reçoit les remorques de cette ligne.

EXPLOITATION. — Marche des trains. — Les premiers départs ont lieu à 5 heures en été, à 6 heures en hiver. De 7 heures à 20 heures il y a huit départs à l'heure sur les lignes Mourillon-Gare et la Valette-Escailion, deux sur la ligne Escailion-Ollioules et quatre sur les autres lignes. Une voiture sur deux en semaine, toutes les dimanche, prennent des remorques sur les sections les plus fréquentées. La remorque est très appréciée du public, même l'hiver, et il est assez fréquent de voir la remorque au complet et la motrice presque vide.

La manœuvre des remorques se fait par gravité: le point où l'on détache la remorque est choisi en rampe et au-dessus d'une bretelle; la voiture descendante stationne au-dessous de la bretelle et la remorque vient d'elle-même se mettre en position d'attelage (fig. 4).

Il serait évidemment à l'avantage du public et de la Compagnie de varier l'espacement des départs suivant l'affluence du public, qui est



FIG. 5. — Remise des tramways de Toulon.

(1) Voir le Génie Civil, t. XXXVIII, n° 41, p. 171.

maximum aux heures d'entrée et de sortie de l'Arsenal (7 heures, 11 h. 30 m., 13 h. 30 m., 17 heures); mais on est arrêté dans cette voie par la difficulté, singulière dans une ville où abondent les retraités valides et à pension modeste, de trouver des employés consentant à donner quelques heures de travail moyennant un salaire proportionné.

Le service régulier fonctionne jusqu'à 23 h. 30 m. Un départ dit des Théâtres a lieu à 0 h. 30 m. avec tarifs majorés.

Vitesse. — La vitesse moyenne de marche atteint facilement 16 à 18 kilom. en pleine ville et 25 à 30 sur certaines sections rurales. La vitesse commerciale reste cependant inférieure à 10 kilom. sur les parcours les plus fréquentés. Cela tient au trop grand nombre de haltes, mais surtout à l'incomplète éducation du public en matière de transports. Le public, ainsi que la Compagnie, ne peuvent que gagner à l'accélération de la vitesse commerciale, laquelle n'est possible que par la réduction du temps des arrêts.

Cette réduction ne peut être obtenue d'une façon pratique que si le voyageur y met du sien, en attendant le tramway au lieu même de la halte et non de l'autre côté de la rue; en abrégant les adieux aux personnes qu'il quitte et les « politesses » à celles qui montent avec lui; en montant aux premières places libres au lieu d'aller d'un bout du train à l'autre pour choisir une place comme pour un voyage de longue durée; en s'apprêtant à descendre avant la halte, chose d'autant plus nécessaire que les plates-formes sont en général bondées. Cette éducation du public se fera à Toulon comme elle s'est faite à Marseille par exemple, où, avec une circulation de piétons et de voitures beaucoup plus active qu'à Toulon, la vitesse commerciale est cependant supérieure.

Tarifs. — Le tarif maximum autorisé par le cahier des charges est de 0 fr. 06 par kilomètre. Le tarif appliqué est beaucoup plus bas; on fait (directement ou par correspondance) 5^{km} 5 pour 0 fr. 10, 10 kilom. pour 0 fr. 30 et 12 kilom. pour 0 fr. 40.

Les enfants et les militaires non officiers paient demi-place. Les chiens ne sont pas admis; c'est une lacune du cahier des charges, qui prive la Compagnie d'un élément de recettes non négligeable, bien des voyageurs aimant mieux aller à pied que voir leur chien exposé à des accidents en suivant la voiture.

Pendant les premières heures du service, on délivre des billets d'aller et retour à tarif réduit. Il existe également des cartes d'abonnement mensuel.

Personnel. — Le personnel circulant sur la ligne comprend environ cent cinquante wattmen, receveurs et contrôleurs travaillant dix heures par jour. Ce personnel est très sérieux; aussi les accidents sont-ils très rares. En trois ans nous n'avons vu aucune interruption générale du service, de très rares avaries de voitures et seulement deux accidents graves, dus d'ailleurs à l'imprudence des victimes.

La Compagnie assure au personnel les soins médicaux et pharmaceutiques et une indemnité pendant les journées de maladie.

P. CAUFQUIER,
Ingénieur des Ponts et Chaussées.

CONSTRUCTIONS CIVILES

LES MAISONS OUVRIÈRES EN ANGLETERRE

(Planche XVII.)

L'importante question des habitations ouvrières a reçu au cours de ces dernières années, dans les différents pays d'Europe, des solutions multiples que le *Génie Civil* a eu souvent l'occasion de signaler (1).

Nous voudrions, aujourd'hui, en suivant les indications contenues dans une étude de M. Walter Lehwess (2), passer en revue le développement des maisons ouvrières en Angleterre, et signaler quelques-uns des types d'habitations qui ont été construits, soit dans les grandes villes, soit dans les campagnes autour de certaines usines importantes.

L'usage, en Angleterre, pour la plupart des grands propriétaires de villages ou de quartiers urbains, est d'affermier leurs terrains à des chefs d'entreprise, généralement pour quatre-vingt-dix-neuf ans, soit pour y pratiquer l'agriculture, soit pour y construire et sous-louer des maisons.

A l'expiration du terme, les habitations et les lieux loués doivent faire retour en bon état au propriétaire. Ce système a été d'abord favorable au bon marché des terrains et à la conservation du type de maisons à nombre d'étages restreint, surtout dans les quartiers aisés;

puis, il a conduit les intermédiaires à élever des masures à peine habitables, dont ils tiraient aussitôt un revenu avantageux, sans se préoccuper de leur conservation, et en cherchant à revendre à mesure que le terme du bail approchait, pour éviter les procès relatifs à l'état des lieux. Par ailleurs, on est arrivé à construire d'une façon désordonnée, de façon à pouvoir louer un grand nombre de logements, et il en est résulté, à Londres et dans les grandes villes, ces *slums* sordides, ne communiquant avec la rue que par un passage étroit, et entourés de maisons à trois ou quatre étages, privées d'air et de lumière.

De là, naturellement, une mortalité élevée, qui atteignait par exemple : dans Boundary Street, 40,13 ‰; dans Webber-row, 30,6 ‰, et dans Aylesbury Place, 48,6 ‰, de 1896 à 1899, tandis que la mortalité générale, à Londres, était de 18,4 ‰ aux mêmes époques. La situation s'est notablement améliorée depuis lors.

LÉGISLATION RELATIVE AUX MAISONS OUVRIÈRES. — C'est en 1831 que l'épidémie de choléra mit en évidence la gravité de cette question des logements ouvriers. Un système de visites médicales à domicile, qui aurait dû, en principe, constituer une surveillance sanitaire de chaque maison, fut alors tenté, mais, faute d'organisation centrale donnant l'impulsion aux quarante-trois conseils de paroisse qui se partageaient alors l'administration municipale, cette heureuse initiative n'eut pas de résultats sérieux.

Vingt ans plus tard, lord Shaftesbury obtint l'établissement de décrets, connus sous son nom, et visant à la fois les appartements (*lodging houses*), destinés aux familles et pourvus chacun d'un fourneau, et les logements communs (*common lodging houses*), destinés aux ouvriers, et comportant une cuisine commune.

Divers décrets, de 1835, 1866 et 1874, augmentèrent les pouvoirs municipaux au point de vue de l'hygiène, et, en 1875, le *Public Health Act* les rendit entièrement effectifs. Il instituait dans chaque ville une Commission municipale d'hygiène (*Local Sanitary Authority*) et un médecin municipal (*Medical Officer of Health*). Il réglementait en outre les logements en sous-sol, les hôtels, les appartements et l'expulsion des déchets (*nuisances*) produits dans les habitations ou les fabriques. Un règlement spécial pour Londres a été promulgué en 1891, et a précisé ou étendu certaines dispositions du précédent, sans y rien changer d'essentiel.

Le mouvement sanitaire ainsi déterminé entraîna d'autres conséquences; on se préoccupa un peu partout d'améliorer l'état des logements ouvriers, et de rebâtir les maisons qu'il était impossible d'améliorer.

Le premier décret général relatif à ce sujet (*Torrens Act*) remonte à 1868; il stipule que l'entretien d'un immeuble incombe à son propriétaire et que, si celui-ci manque à son devoir, la municipalité peut lui prescrire les améliorations indispensables à la salubrité. Il faut ici entendre, par propriétaire, le locataire principal du fonds, qui gère l'exploitation du domaine et des immeubles, et dont nous avons indiqué plus haut la situation vis-à-vis du véritable propriétaire foncier. Le décret contient cette importante prescription, que les municipalités ont le pouvoir de forcer le propriétaire à démolir une maison radicalement insalubre, après les constats et formalités légales.

Ce décret de 1868 a été modifié en 1879 par l'autorisation accordée au propriétaire menacé de démolition, de se faire exproprier par la ville, à dire d'expert, dans un délai de trois mois à partir de l'assignation. Ces stipulations sont même étendues, depuis 1882, aux maisons qui en rendraient d'autres insalubres par leur voisinage (*obstructive buildings*).

Mais, comme nous l'avons dit, ces maisons insalubres constituant généralement des îlots compacts séparés par des ruelles et par des courtes absolument insuffisantes, on ne pouvait remédier au mal par la reconstruction d'immeubles isolés. La nécessité d'abattre des îlots entiers, de créer de nouvelles rues plus larges, et pourvues de canalisations qui n'existaient pas précédemment, devint bientôt évidente, et il y fut pourvu, en 1875, par l'*Artisans and Labourers Dwellings Improvement Act*, aussi appelé *Cross Act*, parce qu'il fut présenté par Sir Richard Cross. Des commissions municipales spéciales à Londres, les municipalités, dans les autres communes, furent autorisées par lui à exproprier les îlots en question et à établir des plans de reconstruction dans des conditions hygiéniques. Très souvent, cette reconstruction a lieu par de nouveaux entrepreneurs liés par un contrat vis-à-vis de la ville, et tenus de se conformer aux plans et règlements.

La ville peut d'ailleurs consentir des prêts, amortissables en soixante ans au plus, pour la reconstruction des quartiers neufs.

La fixation d'un prix de base pour l'évaluation de l'indemnité est d'autant plus difficile que l'annonce d'une grande expropriation prochaine fait hausser les prix de vente dans le quartier désigné.

L'expérience a montré, paraît-il, que les experts favorisaient généralement les expropriés et que l'opération était onéreuse pour les villes.

Malgré certaines simplifications apportées aux formalités en 1882, les difficultés rencontrées dans l'application du *Cross Act* rendirent

1. Voir le *Génie Civil*, t. X, n° 47, 49 et 23, p. 278, 307 et 413; t. XI, n° 4 et 2, p. 44 et 26; t. XVI, n° 46, p. 344; t. XVII, n° 6, p. 94; t. XXI, n° 1, p. 12; t. XXII, n° 2, 40, 20 et 22, p. 28, 153, 320 et 352; t. XXIV, n° 24, p. 382; t. XXVI, n° 23, p. 366; t. XXVII, n° 19 et 26, p. 307 et 315; t. XXIX, n° 18, p. 287; t. XXX, n° 22, p. 350; t. XXXI, n° 20, p. 316; t. XXXII, n° 22, p. 336.

2. Publié dans la *Zeitschrift für Baugesetze*.

TYPES DE MAISONS OUVRIÈRES ANGLAISES

Fig.1 et 2. Assainissement du quartier de Boundary Street à Londres (Bethnal Green)

Fig.1. Quartier de Boundary Street (Etat ancien)



Fig.2. Plan de reconstruction

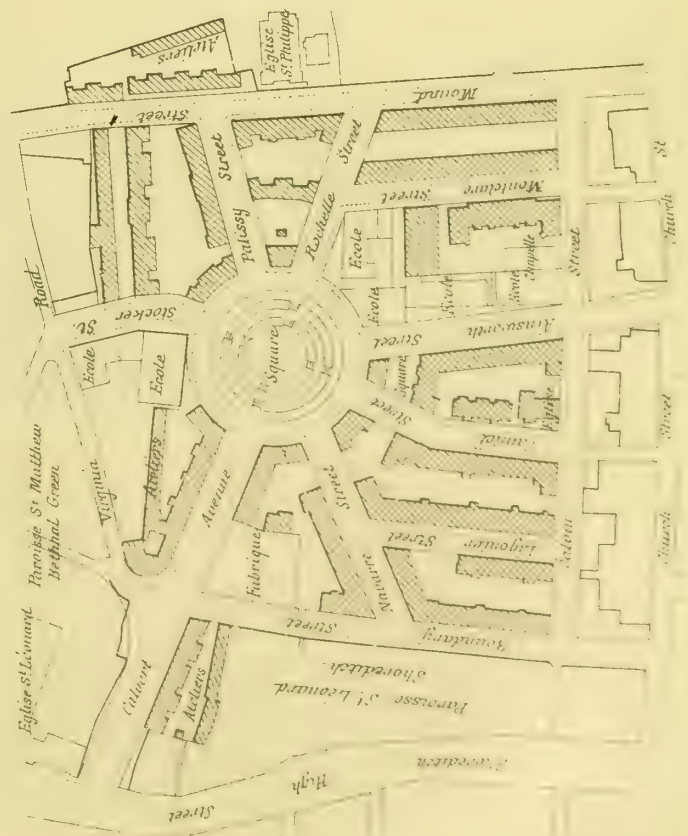


Fig.3 et 4. Type de maison ouvrière commune, édifiée par le Conseil du comté de Londres, à Parker Street, Drury Lane

Fig.3. Plan du Rez-de-Chaussée

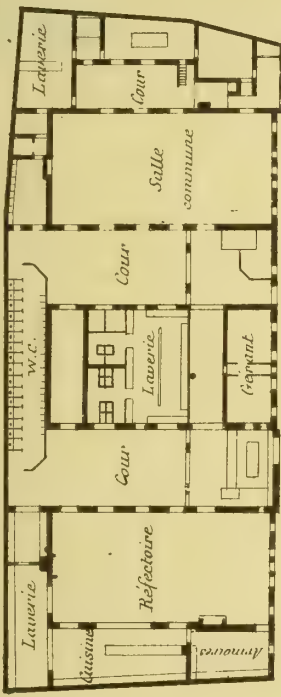


Fig.4. Plan de l'Etage

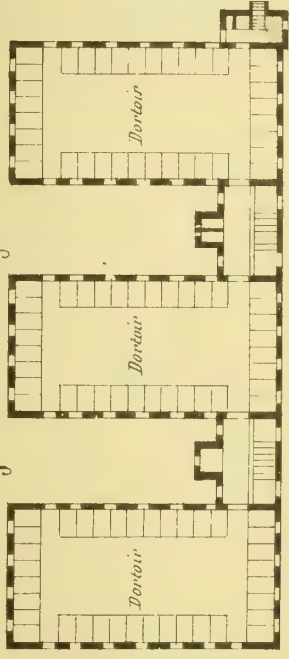


Fig.7 à 10. Maisons ouvrières de Port Sunlight

Fig.7. Rez-de-Chaussée

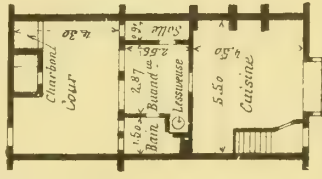


Fig.8. 1^{er} Etage

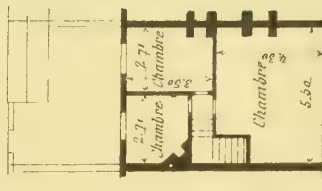


Fig.9. Rez-de-Chaussée

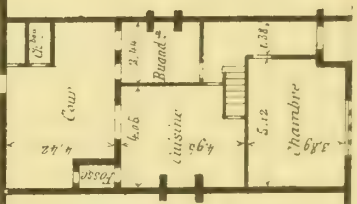


Fig.10. 1^{er} Etage



Fig.5 et 6. Types de maisons de la colonie ouvrière de Hornsey, près Londres

Fig.5. Rez-de-Chaussée

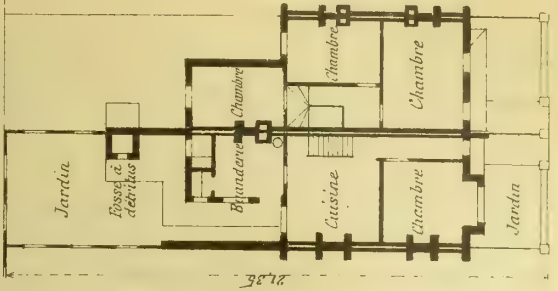


Fig.6. Rez-de-Chaussée

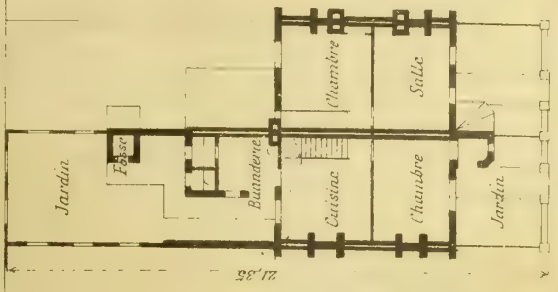


Fig.11 et 12. Maisons pour deux familles Type de la Ville de Richmond

Fig.11. Rez-de-Chaussée

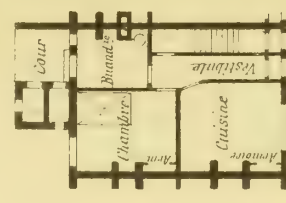


Fig.12. 1^{er} Etage

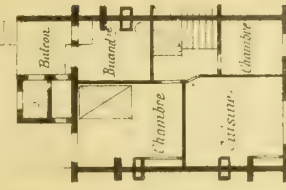


Fig.13 et 14. Maison à un logement, construite par le Conseil du comté de Londres

Fig.13. Rez-de-Chaussée

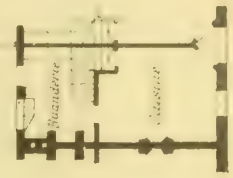
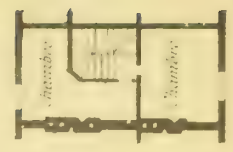


Fig.14. 1^{er} Etage



nécessaire, en 1884, la constitution d'une Commission Royale d'Études, présidée par Sir Charles Dilke, qui proposa de nombreux remaniements dans l'organisation administrative appelée à traiter les questions d'hygiène municipale. L'important *Local Government Act* de 1888 constitua toute la ville de Londres (à l'exception de la Cité, qui conserva son ancienne organisation) en un Comté administré par le Conseil du Comté (*County Council*). Une Commission spéciale (*Housing of the Working Classes Committee*) fut chargée des constructions de maisons ouvrières et des questions d'hygiène connexes.

Cette centralisation si désirable a eu d'heureux résultats : on lui doit d'abord le *Housing of the Working Classes Act*, de 1890, qui a eu une grande influence sur l'hygiène dans toute l'Angleterre. Cet *Housing Act*



FIG. 1. — Maisons du village de Port-Sunlight, près Liverpool.

reproduisait, en les étendant largement, et en les mettant d'accord quand il était nécessaire, les dispositions du *Forrens Act* et du *Cross Act*. Complété en 1894, en 1898 et en 1900, il a régi jusqu'ici la question des habitations ouvrières vis-à-vis des autorités municipales.

Comme on a pu s'en rendre compte par l'exposé ci-dessus, l'État n'est jamais intervenu que pour légiférer, mais toutes les améliorations effectivement réalisées sont dues aux municipalités ou aux associations privées.

C'est à Londres peut-être que les besoins étaient les plus pressants, la misère plus noire ; c'est là aussi qu'on a le plus activement travaillé à leur soulagement. De 1855 à 1889, la Commission municipale du travail avait élaboré, sur les bases du *Cross Act*, des plans d'assainissement embrassant 17 hectares, et intéressant les logements de 27 800 personnes. Les devis s'élevaient au total à 1 323 500 livres sterling. Les reconstructions étaient confiées à des Sociétés immobilières. Néanmoins, l'afflux toujours croissant des étrangers à Londres, la né-



FIG. 2. — Maisons du village de Port-Sunlight.

cessité de mener à bien en même temps d'autres travaux publics : percements de rues, constructions d'écoles, etc., qui absorbaient aussi l'activité de la Commission du travail, finirent par amener ce résultat que dans plusieurs endroits les maisons insalubres étaient démolies, puis abandonnées, de sorte que les habitants expulsés s'entassaient dans le voisinage et reformaient un peu plus loin des colonies surpeuplées et aussi mal logées qu'auparavant.

A partir de la création du County Council, corps élu auquel son mode de recrutement donnait plus d'activité, la question fit de sérieux progrès. Le Conseil reprit vivement six projets de reconstruction délaissés et en poursuivit cinq par ses propres moyens. Pour le sixième, on préféra créer un espace libre et ne rien reconstruire.

Depuis lors, le Conseil a été, en principe, son propre entrepreneur. Il a étudié, depuis 1900, douze nouveaux projets d'assainissement, dont le plus important concernait la *Boundary Street*, dans la paroisse de Bethnal Green. Mais il est évident que loger l'énorme population flottante des travailleurs occasionnels employés par les docks et par tout le gros commerce est une tâche au-dessus des moyens de toute municipalité. Aussi les résultats ne peuvent être que bien inférieurs aux besoins à satisfaire.

Les villes de Liverpool, Glasgow, Manchester, Birmingham, etc., pour ne parler que des principales, ont consacré à la reconstruction



FIG. 3. — Maisons du village de Port-Sunlight.

de maisons insalubres des sommes considérables, dans des conditions analogues à celles que nous venons d'exposer pour Londres.

Parmi les nombreuses Sociétés immobilières qui, généralement dans un but philanthropique et non lucratif, ont secondé les villes dans cette œuvre, nous citerons seulement les deux plus importantes, l'Association Peabody et le Guinness Trust (du nom de leurs fondateurs).

EXEMPLES DE DIFFÉRENTS TYPES DE MAISONS OUVRIÈRES. — On peut diviser en trois genres les maisons ouvrières anglaises : les logements communs pour un grand nombre d'ouvriers, les maisons à loyers ordinaires (*block dwellings*) et les *cottages* où demeurent une ou deux familles seulement. Nous allons étudier quelques exemples de chacun de ces types.

Logements communs. — Ce genre de logements, beaucoup plus usuel en Angleterre que sur le continent, est le plus exposé par la promiscuité des locataires, qui changent fréquemment, qui apportent des maladies, qui n'ont pas de souci de l'hygiène commune, à devenir un foyer de malpropreté et d'épidémie, pour peu que les hôteliers soient négligents. Aujourd'hui, toutefois, ceux-ci sont mieux surveillés et,



FIG. 4. — Maisons d'employés à Port-Sunlight.

par la concurrence que leur font les logements communs construits par les villes, incités à tenir les leurs en bon état.

On reproche encore à ces logements de s'opposer à la vie de famille, beaucoup d'ouvriers préférant l'habitation en commun aux soucis d'un foyer. La plupart des maisons communes sont habitées par de jeunes ouvriers, quelques-unes reçoivent des ouvrières.

Les plus récentes et les mieux aménagées comportent, au rez-de-chaussée, un grand réfectoire, avec cuisine et laverie, et une autre grande salle, qui sert de hall à l'usage commun. Au-dessus sont les dortoirs, dont les lits sont rangés dans des alcoves de 2 mètres de hauteur. Les locataires disposent de buanderies bien aménagées et de bains, parfois même de bibliothèques et de fumeurs.

On peut estimer le prix de location, de 35 à 70 centimes par nuit ; une semaine compte pour six nuits. Dans ces conditions, le locataire a la disposition du fourneau pour faire réchauffer ses aliments, de la buanderie avec eau chaude, etc. ; les bains sont payés par une petite redevance supplémentaire.

Le logement de Parker Street (Drury Lane), construit à la suite d'un concours en 1893 (fig. 3 et 4, pl. XVII) est un des meilleurs

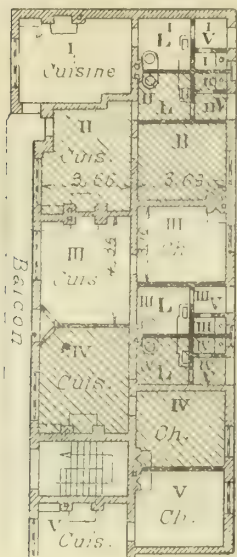


FIG. 5. — Maisons à loyers et à balcon, de Cable Street (Londres).
Plan du premier étage.

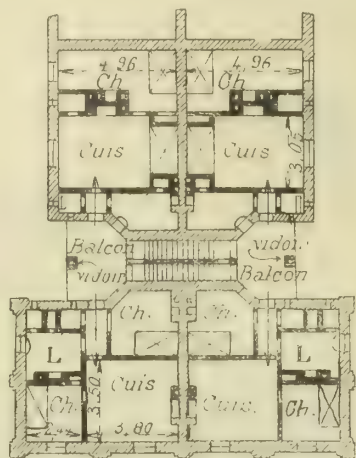


FIG. 6. — Maisons à escalier mitoyen.

exemples de ce type. Il peut recevoir 325 personnes. Sa construction est solide et *fireproof*, et il est pourvu d'un calorifère.

La location est de 60 centimes par jour ; un bain coûte 10 centimes ; l'abonnement hebdomadaire à une armoire 60 centimes.

Bien que les frais d'acquisition du terrain et de construction se soient montés à près de 570 000 francs, ce logement, qui est presque toujours plein, rapporte, paraît-il, environ 3 %.

Street, qui peut contenir 235 locataires. Les lits y sont superposés deux à deux, disposition économique qui n'est pas admise dans toutes les villes.

Un autre établissement très intéressant de Glasgow est une maison qui reçoit les veufs ou veuves avec leurs enfants. Cent soixante-

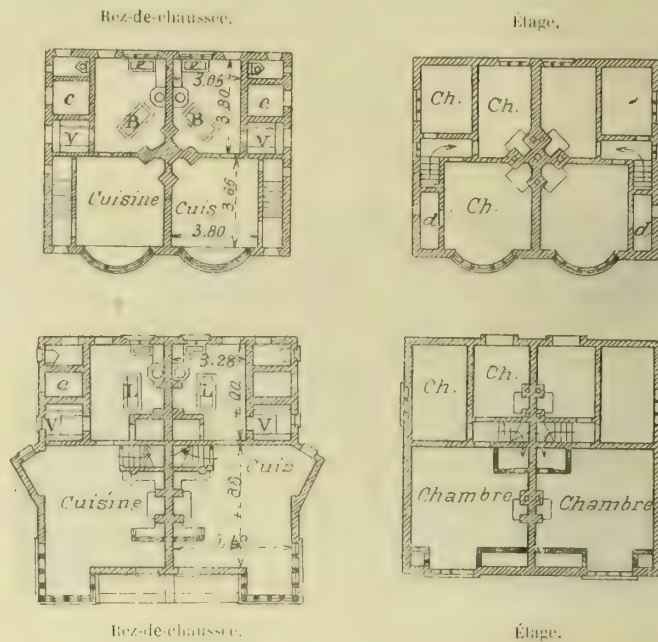


FIG. 8. — Plans de maisons doubles du village de Bournville.

c, charbon ; — d, débarras ; — e, évier ; — B, baignoire ; — L, laverie ; — V, vestibule.

seize chambres y sont disposées pour héberger chacune une famille de trois enfants. Les prix (par semaine) sont les suivants : pour une veuve avec un enfant 4 francs ; avec deux enfants 4 fr. 80 ; avec trois enfants 5 francs.

Un homme veuf paie 1 fr. 25 de plus qu'une veuve, dans chaque cas.

La garde et la nourriture des enfants qui ne vont pas à l'école coûte 2 fr. 25, 4 francs ou 5 francs pour un, deux ou trois enfants de la même

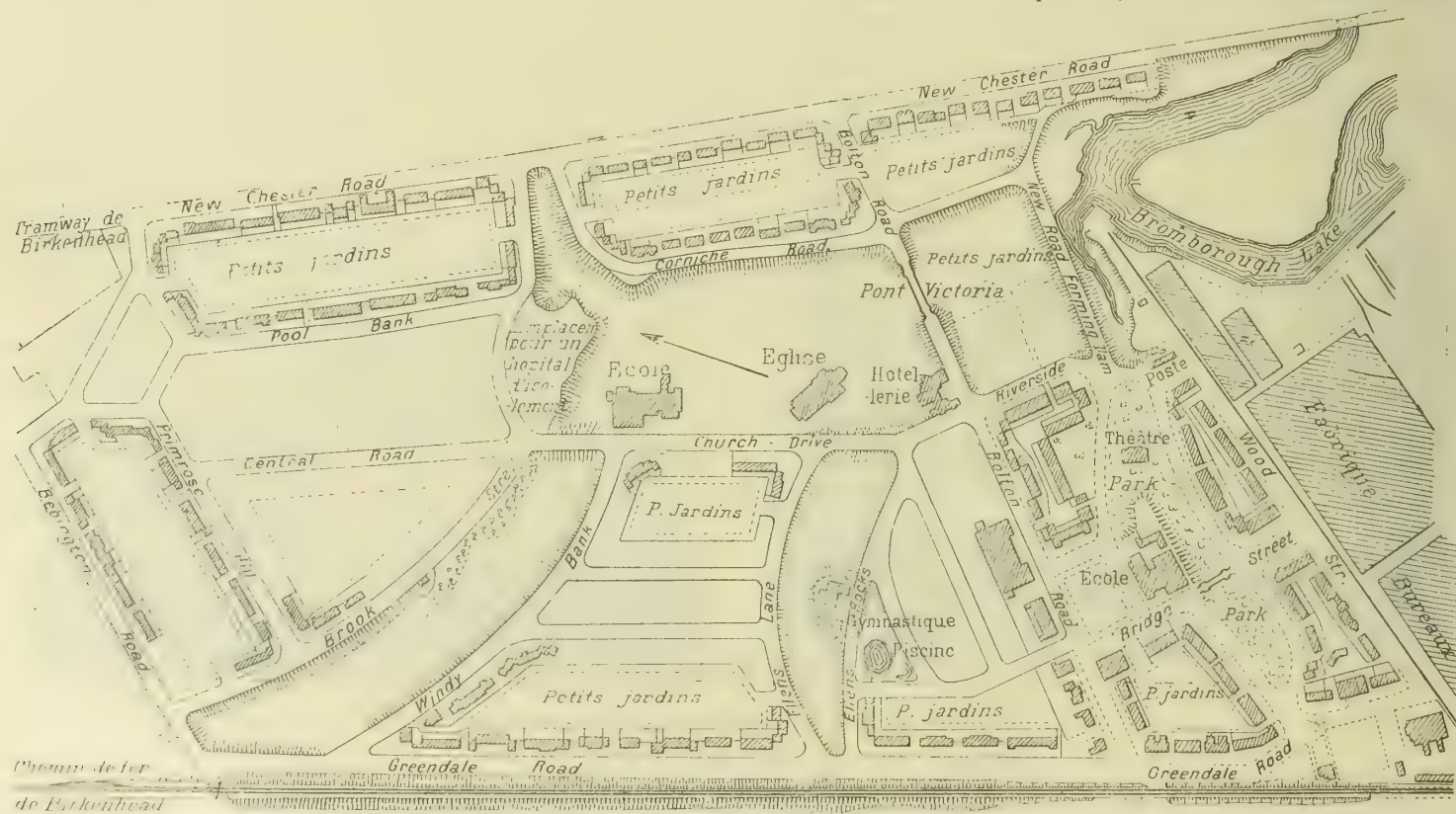


FIG. 7. — Plan d'ensemble du village de Port-Sunlight, près Liverpool.

Lord Radstock a élevé en 1887 et 1890 deux autres logements (maisons Victoria) dans Whitechapel, où l'on trouve des chambres séparées qui coûtent plus cher, jusqu'à 1 fr. 25 par jour. Lord Rowton en a également ouvert plusieurs dans Vauxhall, Churchyard Walk et Hammersmith, à Londres.

Il existe aussi à Glasgow sept maisons communes municipales, dont la plus récente et la plus belle est Calton-House, dans Clyde

famille. Des salles de jeux, des réfectoires leur sont réservés. Les parents peuvent aussi manger dans l'établissement, le matin et le soir, le repas de midi étant d'ordinaire pris sur le lieu du travail. Les plus jeunes enfants sont réunis, la nuit, dans une garderie spéciale.

On peut encore citer des établissements communs à Édimbourg, Leith, Huddersfield, etc. Ce dernier est un des plus anciens qui aient été établis pour personnes seules ou pour ménages. Il date de 1833 et

a été agrandi en 1878. Une personne y paie 30 centimes, un ménage 60 centimes par nuit.

Maisons à loyers. — En Angleterre, dans les classes un peu aisées, l'habitation dans une maison entière et distincte est en principe le seul mode usuel et acceptable de se loger. Néanmoins, le prix des terrains a imposé tout naturellement la construction de maisons à loyers et à plusieurs étages, dans les villes ; et généralement les quartiers reconstruits après démolition des masures l'ont été sur ce type



FIG. 9. — Magasin et bureau de poste de Port-Sunlight.

(le quartier de Boundary Street [fig. 1 et 2, pl. XVII], notamment). Ces maisons sont soumises à une surveillance de la part de la ville ou de la Société propriétaire. Les logements ont une entrée sur la rue et un escalier communs ; leur importance varie de une à cinq pièces. La laverie et le water-closet sont quelquefois communs à plusieurs logements, par économie, mais cette disposition heurte l'instinct des Anglais, essentiellement désireux de leur *privacy*. Presque jamais le logement n'a de cuisine spéciale. La principale chambre, qui a une cheminée, avec une sorte de fourneau ou une simple grille au-dessus du foyer, en tient lieu. Sa superficie atteint habituellement 13 à 15 mètres carrés ; les autres n'ont que 8 à 10 mètres carrés. La hauteur

avant l'usage : leur fermeture imparfaite a tout au moins l'avantage de favoriser l'aération des chambres. Parfois la toiture en terrasse sert de promenoir et de séchoir pour le linge.

Les appartements à deux et trois chambres sont les plus demandés ; ceux d'une seule pièce ne sont loués qu'aux ménages sans enfants ou n'ayant qu'un enfant en bas âge. Dans certains cas, la chambre-cuisine possède une alcove qui en rend le séjour plus confortable.

Les règlements limitent le nombre de personnes qui peuvent habi-



FIG. 10. — Maisons du village de Bournville, près Birmingham.

ter un logement ; on admet généralement deux personnes par chambre.

Un des meilleurs types de groupes de maisons à loyers est celui de Boundary Street, dans la paroisse de Bethnal Green, qui a remplacé le quartier primitif dont la figure 1 (pl. XVII) donne le plan. Comme l'indique la figure 2 (pl. XVII), le nouveau quartier est groupé autour d'un square circulaire de 82 mètres de diamètre. Les rues sont asphaltées, les trottoirs dallés. La construction des immeubles s'est faite peu à peu, et en adoptant des modifications aux plans primitifs, de sorte que les bâtiments présentent une certaine diversité. Ainsi la création d'un lavoir commun a été décidée au cours des travaux : ce lavoir est



FIG. 11. — Maisons du village de Bournville, près Birmingham.

des étages est fixée à 2^m 60 ; il est également prescrit que les fenêtres aient un dixième de la surface du plancher de la pièce, et qu'on puisse en ouvrir au moins la moitié.

En ce qui concerne l'immeuble entier, le décret de 1894 autorise une hauteur maximum de 24 mètres et exige une cour, sur la façade postérieure, de 3 mètres de largeur. Le County Council, ayant reconnu l'insuffisance de ces prescriptions, a réduit ses maisons à la hauteur de cinq étages (16 mètres jusqu'aux gouttières) et augmenté de beaucoup les dimensions des cours. Il s'est efforcé aussi de ne bâtir que sur deux rues d'un îlot, pour ménager sur les deux autres côtés une percée distribuant largement l'air et la lumière.

Certaines particularités de la construction anglaise, par exemple les balcons reliés par des escaliers extérieurs, et régnant tout le long de la maison, de façon à former des vestibules aériens, ou les cages d'escalier en forme d'avant-corps extérieur au bâtiment, et légèrement construites avec de grandes ouvertures, ne sont pas à recommander indifféremment sous tous les climats.

La plupart des maisons ouvrières bien construites sont en briques et en béton ; les chambres parquetées ; les fenêtres à guillotine, sui-

économique pour les habitants, qui profitent en outre de son organisation mécanique.

Si la diversité des façades et des toitures enlève à l'ensemble le caractère de caserne, l'aspect de ces constructions en briques n'en reste pas moins assez triste.

C'est en 1893 qu'ont commencé les travaux de reconstruction ; les premiers logements ont été habités en 1895, et le quartier tout entier a été inauguré en 1900 par le prince de Galles.

Les logements d'une chambre sont loués, par semaine, 4 fr. 50 ; ceux de deux chambres, 7 francs à 9 fr. 50, et ainsi de suite jusqu'à six chambres (18 à 28 francs). Il y a aussi des ateliers qui sont loués dans les mêmes conditions.

Le County Council possède encore un grand nombre d'autres groupes de maisons ouvrières moins importants, par exemple celui de la Millbank, derrière la Tate Gallery. La figure 5 représente la distribution d'un immeuble à balcon qui fait partie d'un groupe de la Cable Street. Les appartements contigus sont distingués sur le plan par des numéros.

La figure 6 se rapporte à un type adopté par la *Metropolitan Ass-*

ciation for Improving the Dwellings of the Industrious Classes : il comporte des escaliers placés entre deux corps de bâtiment et desservant des balcons d'où l'on accède aux logements.

La ville de Glasgow possède aussi des maisons ouvrières sur Saint-James Road et Cumberland Street, construites d'après un type uniforme, généralement avec balcon extérieur. On y loue une chambre 2 fr. 40, deux chambres 5 fr. 75, et trois chambres 8 fr. 50 par semaine.

Outre des maisons à étages et à loyers, la ville de Liverpool a entrepris des maisons intermédiaires entre celles-ci et les cottages. Cette détermination semble avoir été avantageuse, et ces immeubles sont paraître, très appréciés. Ce sont des maisons à deux ou trois étages seulement, offrant plusieurs logements bien séparés, avec petits jardins enclos.

Il en existe de trois sortes, dont la première comporte au rez-de-chaussée, un appartement de quatre chambres et un escalier entièrement distinct qui conduit à un balcon, au premier étage, desservant deux appartements de deux chambres; de là un deuxième escalier mène à l'étage supérieur, qui contient encore deux appartements de deux chambres. Les autres types ne diffèrent pas essentiellement du précédent.

Un appartement de deux chambres coûte ici 4 à 5 francs, un de trois chambres 6 francs et un de quatre chambres 7 fr. 50 par semaine. Si ce sont encore des maisons ouvrières, il s'en faut déjà qu'elles soient accessibles aux bourses les plus pauvres.

Maisons ouvrières occupées par une seule famille.— Il en est de même, à plus forte raison, des maisons entièrement occupées par une seule famille, dont nous dirons cependant quelques mots pour compléter cette étude d'ensemble. Elles sont d'ailleurs considérées, en Angleterre, nous l'avons dit, comme le véritable type d'habitation, les autres n'étant acceptées que par suite de la nécessité de se loger économiquement.

Les cottages peuvent d'ailleurs être construits relativement à peu de frais, quand on les entreprend sur une grande échelle avec un plan d'ensemble, et qu'on les groupe en rangées d'immeubles mitoyens. On ne leur creuse d'ailleurs jamais de caves; les murs n'ont guère que 0^m 25, et toute la construction est très légère. Les chambres ont rarement plus de 15 ou 16 mètres carrés. Aussi la Société des maisons ouvrières de Dublin a pu en établir, de trois ou quatre pièces, pour moins de 3 000 francs l'un. Les figures 13 et 14 (pl. XVII) montrent un exemple de maison à 4 pièces construite par le County Council. Les figures 11 et 12 (pl. XVII) sont un exemple des maisons de Richmond, où chaque famille n'habite qu'un étage, mais dispose d'une sortie spéciale sur la rue (*flat cottage*). Le rez-de-chaussée y coûte 6 francs et l'étage 7 francs par semaine.

Les grandes villes industrielles offrent par milliers des exemples

de ces cottages dont la distribution varie à l'infini. Citons entre autres la colonie ouvrière de Hornsey, près de Londres (fig. 5 et 6, pl. XVII), qui s'étend sur 40 hectares. En 1902, elle comprenait 1 076 cottages et 174 maisons à deux appartements, ainsi que 85 magasins, une église et une école; son extension se poursuit toujours. Les cottages les plus importants sont occupés par des employés.

Une mention particulière est due aussi aux deux plus importants villages ouvriers fondés par des industriels philanthropes : celui de Port-Sunlight, près de Birkenhead-Liverpool, et celui de Bournville, près de Birmingham. La question du rendement des capitaux employés étant mise de côté, on ne peut qu'approuver l'aspect élégant donné à ces habitations (fig. 4 à 4 et 9). Les figures 7 à 10 (pl. XVII) donnent les plans de deux maisons ouvrières de Port-Sunlight. Les petites maisons y sont louées 4 fr. 25 et les grandes 7 francs par semaine avec leurs jardins. Le plan d'ensemble (fig. 7) de ce village permet de supposer que le séjour doit y être des plus agréables.

Le village de Bournville, qui appartient à une Société philanthropique, n'est composé que de maisons à un ou deux étages, avec jardins; ici, les prix de location sont calculés de façon à rémunérer l'entreprise tout en étant avantageux pour les ouvriers de Birmingham.

En 1900, la Société possédait 133 hectares, dont moins de 100 étaient bâtis. Elle a poursuivi, depuis lors, son œuvre de construction en même temps que d'administration de son domaine. La vente de ces maisons aux ouvriers, ou leur location pour quatre-vingt-dix-neuf ans avec conditions de ne pas en changer la destination, de conserver le jardin, etc., n'a pas donné les résultats qu'on en espérait, et la simple location (8 à 12 francs par semaine) semble être aujourd'hui la seule règle ordinaire.

Les figures 10 et 11 montrent l'aspect des maisons de Bournville.

Assurément, on peut déjà citer en France bien des organisations du même genre, généralement fondées par d'importantes Sociétés industrielles au profit de leur personnel. Mais il est rare que les ouvriers employés dans les usines des grandes villes puissent en bénéficier. Il faudrait multiplier les cités ouvrières, aujourd'hui à l'état d'exception, et, renonçant autant que possible aux énormes agglomérations actuelles, les remplacer par de petits groupes d'usines, parsemés dans les campagnes le long des chemins de fer, autour desquels se grouperaient des villages ouvriers, analogues, d'un séjour sain et agréable. En Angleterre, M. Ebenezer Howard s'est fait l'interprète de ces idées dans son ouvrage : *Garden Cities of to-morrow*. Selon lui, avec l'argent dépensé par le London County Council pour arracher un travailleur à un bouge et le loger médiocrement dans un compartiment d'immeuble, on pourrait installer plusieurs familles dans des petites maisons au milieu de jardins.

A. C.

TRAVAUX PUBLICS

TRAVAUX DU PORT DE HAÏDAR-PASCHA
(Asie Mineure).

La situation particulière de Haïdar-Pascha, en face de Constantinople, sur la côte d'Asie, avait depuis longtemps assuré à cette localité le passage des voyageurs et des marchandises qui se dirigeaient vers Bagdad ou, inversement, de l'Asie Mineure vers Constantinople. Le chemin de fer d'Anatolie, succédant aux caravanes, y installa naturellement son terminus, mais, jusqu'à l'année dernière, les services maritimes n'y disposaient que d'une jetée en bois, mal abritée contre les gros temps.

Le développement prévu des chemins de fer d'Anatolie (1) faisait sentir d'une façon pressante la nécessité d'aménager un véritable port de commerce. En effet, le quai primitif n'était accessible qu'aux allèges, et celles-ci devaient cesser tout service à chaque tempête; comme les mauvais temps sont fréquents depuis l'automne jus-

qu'au printemps, le transport des grains en était extrêmement gêné, et les wagons chargés s'accumulaient pendant des mois dans toutes les gares de la ligne d'Anatolie.

Les travaux, dont la nécessité était si évidente, ont enfin été entrepris en 1900 à la suite de la constitution, en 1899, d'une « Société du



FIG. 1.

Plan d'ensemble de Constantinople et de Scutari.

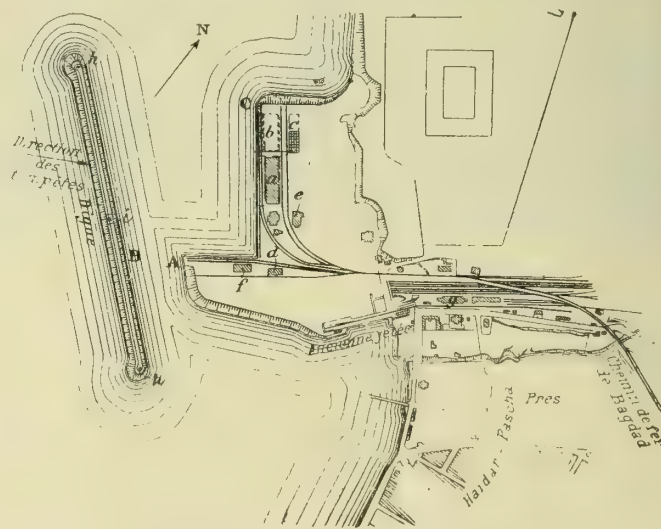


FIG. 2. — Plan d'ensemble du port.

a, b, f, hangars; — *c*, magasin à grains; — *d*, direction; — *e*, machines; — *g*, gare
h, i, phares.

h, i, phares.

port de Haïdar-Pascha », filiale de la Compagnie des Chemins de fer d'Anatolie. Achevés aujourd'hui, ils donnent satisfaction à tous les besoins du transit asiatico-européen qui emprunte cette direction.

Comme le montre la figure 2, on a construit un brise-lames de 600 mètres, orienté du nord-ouest au sud-est, qui protège le port contre les tempêtes du sud. Derrière ce môle se trouvent deux quais

à angle droit, l'un de 150 mètres, l'autre de 300 mètres, ménageant un chenal AB de 110 mètres de largeur.

L'espace compris entre la côte rocheuse et les quais, une fois remblayé, a rendu disponible une superficie de 10 hectares pour la manutention des marchandises et l'installation de hangars.

Le port proprement dit, qui embrasse 9 hectares, a été dragué jus-

dynamos de 110 kilowatts avec une batterie d'accumulateurs. La Compagnie des eaux de Scutari et Kadi-Köi a installé dans les diverses parties du port une canalisation d'eau sous pression.

Le magasin à grains (fig. 5), construit en béton Monier, occupe en plan 20 mètres $\times$ 40 mètres, et s'élève à 22 mètres de hauteur. Les quarante-huit silos, à section rectangulaire, ont des capacités va-

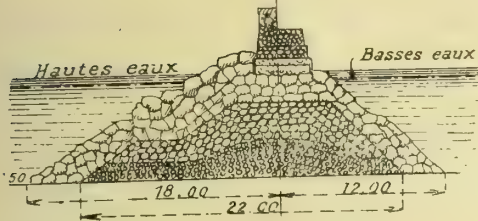


FIG. 3. — Coupe transversale du môle.

qu'à la profondeur de 8 mètres. La nature médiocre des fonds a nécessité aussi, pour la construction du môle, des dragages importants et l'immersion de grandes quantités de sable et de gravier pour remplacer les vases extraîtes.

La coupe du môle (fig. 3) montre les différentes parties de la construction : la couche intérieure comporte des pierres de 5 à 10 kilogr., et les couches supérieures, des pierres de 10 à 100, puis de 100 à 1 300 et enfin de 1 300 à 4 000 kilogr., constituant de solides enrochements. Après avoir laissé ces matériaux prendre une position stable, on a construit en maçonnerie la jetée proprement dite, sur une base en béton. Le parapet qui fait face au large a 1^m 50 de hauteur et 1^m 20 de largeur.

Les murs de quai reposent sur une fondation en blocs de granit de 300 kilogr. environ, large de 8 mètres, assise elle-même sur le lit artificiel de gravier dont nous avons parlé. Ces murs sont constitués par des blocs artificiels de 2 mètres $\times$ 2 mètres $\times$ 4^m 50, pesant 40 à 45 tonnes, mis en place, après trois mois de prise, au moyen de grues flottantes. Au-dessus du niveau des eaux, le mur est en maçonnerie de moellons, et muni, à intervalle de 25 mètres, de bornes d'amarrage en fonte puissamment ancrées par des tirants en fer. Le quai A est affecté au service des voyageurs entre Haïdar-Pascha et Constantinople.

Outre les hangars en fer et tôle ondulée que montre le plan d'ensemble, on rencontre une caserne, une douane, un magasin à blé, des bureaux et un bâtiment des machines.

Le matériel du port comprend trois grues à demi-portique de 1 500 kilogr. (fig. 4) et une grue de 35 tonnes installée en C. Leur commande est électrique, de même que l'éclairage de tout le port. L'installation mécanique comprend deux chaudières Babcock de 140 mètres carrés de surface de chauffe, deux moteurs compound verticaux et deux

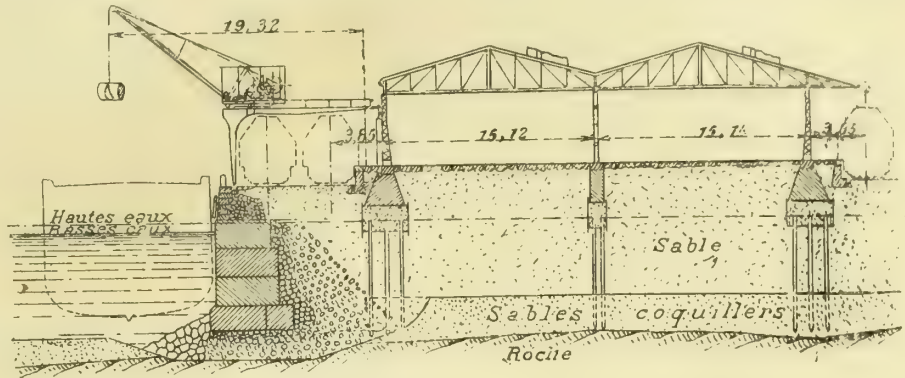


FIG. 4. — Coupe transversale du mur de quai et des hangars a.

riables de 170, 130 ou 80 mètres cubes, et contiennent ensemble 5 000 tonnes de grain. Onze moteurs électriques, d'une force globale de 150 chevaux, y sont installés. Ce bâtiment est éloigné de 60 mètres

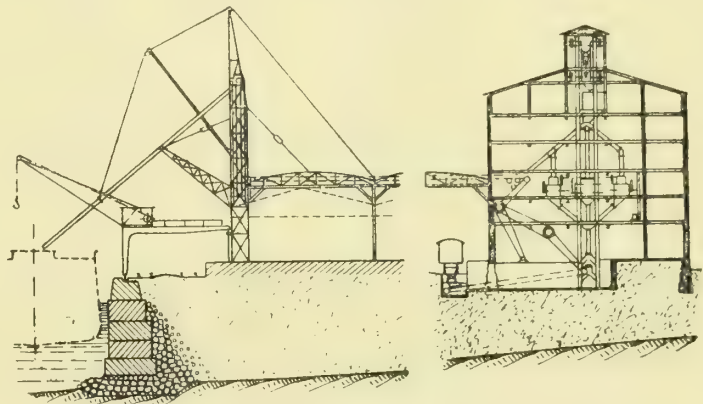


FIG. 5. — Coupe du magasin à grains et de son appontement.

environ du bord du quai, et relié aux pylônes des élévateurs de quai par une passerelle en fer.

Les égouts du port sont également construits en béton Monier.

C'est à l'activité déployée par les entrepreneurs français des travaux de dragage et de maçonnerie, MM. Ogier et Laporte, que les services du port ont pu fonctionner dès l'année dernière, dix-huit mois avant l'expiration des délais prévus.

LÉGISLATION

LES BUREAUX DE PLACEMENT

Les bureaux de placement sont aujourd'hui réglementés par la loi du 14 mars 1904 relative au placement des employés et ouvriers des deux sexes et de toutes professions, qui a eu pour objet de solutionner une question qui, depuis de longues années, n'avait pas cessé d'être agitée devant le Parlement.

Il a existé de tout temps, dans la plupart des villes, mais surtout dans les grands centres de population, où les relations de personne à personne sont moins faciles, des établissements connus sous le nom de « bureaux de placement » pour les domestiques, ouvriers, commis ou employés quelconques, qui cherchent à louer leurs services.

Jusqu'en 1852, aucune disposition législative n'était intervenue pour réglementer cette industrie ; une simple déclaration faite à l'autorité municipale suffisait pour pouvoir tenir un bureau de placement, sans qu'on pût exiger aucune garantie de la part de ceux qui voulaient exercer cette profession.

Évidemment, un pareil état de choses laissait à désirer. « Les officiers de police, écrivait-on à cette époque (1), sont journellement saisis de contestations dans lesquelles on reconnaît le plus souvent des preuves de la mauvaise foi et de la cupidité des chefs de ces bureaux ; ils doivent donc surveiller leurs opérations, réprimer les fraudes

auxquelles elles donnent lieu, constater les délits qui en résultent, et qui consistent principalement en escroqueries et abus de confiance. »

Aussi, on accueillit comme un véritable bienfait le décret du 25 mars 1852 sur les bureaux de placement, qui, « considérant qu'il importe, dans l'intérêt des classes laborieuses, de régulariser et de moraliser l'institution des bureaux de placement », vint en réglementer l'existence.

D'après ce décret, qui est resté en vigueur jusqu'à la promulgation de la loi récente du 14 mars 1904, nul ne pouvait tenir un bureau de placement, sous quelque titre et pour quelques professions ou emplois que ce fût, sans une permission spéciale délivrée par l'autorité municipale, et qui ne pouvait être accordée qu'à des personnes d'une moralité reconnue. L'autorité municipale devait surveiller les bureaux pour y assurer le maintien de l'ordre et la loyauté de la gestion ; elle prenait les arrêtés nécessaires à cet effet et réglait même le tarif des droits qui pouvaient être perçus par le gérant. Toute contravention aux règlements pris par l'autorité municipale était sanctionnée des peines de simple police, nonobstant le retrait de la permission, qui pouvait toujours avoir lieu avec approbation du préfet.

Mais cette réglementation était insuffisante, si l'on en juge par les protestations violentes des groupements professionnels d'ouvriers et d'employés contre cette industrie des bureaux de placement.

On en réclamait la suppression pure et simple, parce qu'aucune réglementation ne paraissait capable de mettre fin aux abus dont vivaient ces entreprises.

Devant la Chambre des députés, à la séance du 3 novembre 1903, M. Trouillot, ministre du Commerce et de l'Industrie, justifiait en des

(1) Dictionnaire de police de MM. Éloin, Trébucet et Labat : voir Bureau de placement.

termes très vifs la proposition de loi qui était alors en discussion (1).

Mais la loi du 14 mars 1904, qui est sortie de cette discussion, après accord des deux Chambres, n'a pas ordonné la suppression immédiate de ces bureaux de placement; elle en autorise seulement la suppression facultative, moyennant indemnité pour les bureaux actuellement existants, et elle favorise l'établissement de bureaux de placement gratuits.

Voici les dispositions de la loi nouvelle, qui comporte, en outre, diverses prescriptions et défenses destinées à garantir l'utilité de ses résultats :

Depuis la promulgation de la loi, les bureaux de placement payants peuvent être supprimés moyennant une juste indemnité.

La suppression est prononcée par un arrêté du maire, pris à la suite d'une délibération du Conseil municipal. Ces pouvoirs, conférés à l'autorité municipale dans les communes soumises au droit commun, sont exercés par le préfet de police pour Paris et le ressort de sa préfecture, et par le préfet du Rhône pour Lyon et les autres communes de l'agglomération lyonnaise dans lesquelles il remplit les fonctions qui lui sont attribuées par la loi du 24 juin 1851.

La loi ne fixe pas de délai dans lequel la complète suppression des bureaux payants devra être réalisée, mais, pour éviter que certains tenanciers soient avantagés au préjudice des autres, il est dit que les bureaux faisant le placement pour une même profession déterminée devront être supprimés tous à la fois, par un même arrêté municipal.

Il n'est même pas interdit aux municipalités d'autoriser encore la création de nouveaux bureaux de placement payants, dans les termes du décret du 25 mars 1852, mais ces bureaux créés en vertu d'une autorisation postérieure à la promulgation de la nouvelle loi, ne donneront droit, en cas de suppression, à aucune indemnité au profit des tenanciers.

L'indemnité de suppression est réservée aux seuls bureaux déjà existants lorsque la loi a été promulguée. D'ailleurs, ces bureaux continueront à pouvoir être transmis ou cédés par leurs titulaires actuels jusqu'à ce qu'ils soient l'objet d'un arrêté de suppression, et l'indemnité sera payée aux titulaires qui les exploiteront au moment où l'arrêté de suppression interviendra.

Si la suppression est prononcée dans le délai de cinq années, l'indemnité doit être fixée d'après l'état des bureaux supprimés à l'époque de la promulgation de la loi, c'est-à-dire au 17 mars 1904, date à laquelle la loi du 14 mars 1904 a été publiée au *Journal Officiel*; on a voulu, par cette disposition, éviter que l'indemnité due à ces bureaux ne fût injustement réduite, si l'on avait apprécié leur chiffre d'affaires au moment même de l'arrêté ultérieur de suppression, car il semble inévitable que l'application de la nouvelle loi va réduire considérablement l'importance de leurs opérations.

Après l'expiration de cinq années, c'est-à-dire à partir du 17 mars 1909, la fixation de l'indemnité ne sera plus soumise à cette disposition restrictive : l'indemnité sera discutée librement et évaluée à une somme représentant le prix de vente de l'office. A défaut d'entente amiable entre les parties, cette évaluation sera faite par le Conseil de préfecture.

Les indemnités dues aux tenanciers des bureaux de placement supprimés seront à la charge des communes seules, dont les municipalités auront prononcé cette suppression, sans aucune contribution des départements ni de l'État.

Il résulte des documents officiels d'une enquête qui a été faite en 1901 par l'Office du travail que la suppression complète de tous les bureaux de placement payants alors existants aurait comporté une indemnité totale de 6 millions environ : cette évaluation peut encore être acceptée aujourd'hui comme approximativement exacte.

L'innovation la plus importante que la loi de 1904 ait introduite dans le fonctionnement des bureaux de placement payants, et qui semble devoir porter à cette industrie l'atteinte la plus dangereuse, consiste dans la disposition finale de l'article 11, d'après laquelle « à partir de la promulgation de la loi, les frais de placement touchés dans les bureaux maintenus à titre payant, seront entièrement supportés par les employeurs, sans qu'aucune rétribution puisse être reçue des employés ». Cette interdiction confirme la tendance actuelle du législateur de mettre à la charge exclusive des patrons ou chefs d'entreprise toutes les dépenses occasionnées par les améliorations qu'il apporte au régime du travail; c'est ainsi que la loi du 9 avril 1898 a défendu au patron de faire supporter à ses ouvriers une part quelconque dans les frais des assurances qu'il contracte contre la responsabilité des accidents du travail.

D'ailleurs, il n'est pas douteux qu'en obligeant les patrons à payer les commissions perçues par les bureaux de placement auxquels ils s'adressent, le législateur de 1904 a espéré les détourner des bureaux payants, par considération du profit qu'ils trouveront eux-mêmes à s'adresser aux bureaux de placement gratuits.

Et, pour éviter que les travailleurs ne soient exposés indirectement

à des frais de placement déguisés, l'article 8 ajoute qu'« aucun hôtelier, logeur, restaurateur ou débitant de boissons ne peut joindre à son établissement la tenue d'un bureau de placement ».

Ces dispositions ont été déjà sanctionnées par un jugement du Tribunal correctionnel de Nantes, en date du 26 avril 1904 (*Gazette du Palais*, n° du 20 juin 1904), et par un jugement du Tribunal correctionnel de la Seine du 1^{er} août 1904 (*Gazette des Tribunaux*, n° du 2 août 1904).

Enfin, d'après l'article 7, « l'autorité municipale surveille les bureaux de placement pour y assurer le maintien de l'ordre, les prescriptions de l'hygiène et la loyauté de la gestion; elle prend les arrêts nécessaires à cet effet ».

Cette mission de surveillance incombe à l'autorité municipale aussi bien à l'égard des bureaux de placement gratuits qu'à l'égard des bureaux payants.

Mais les bureaux gratuits sont favorisés par d'autres dispositions de la loi.

C'est ainsi que, tandis que les bureaux payants restent soumis à la nécessité de l'autorisation préalable, conformément au décret du 25 mars 1852, les bureaux de placement gratuits créés par les municipalités, par les syndicats professionnels ouvriers, patronaux ou mixtes, les Bourses du travail, les compagnonnages, les Sociétés de secours mutuels et toutes autres associations légalement constituées, ne sont soumis à aucune autorisation.

Ces bureaux, sauf ceux qui sont créés par les municipalités sans formalités d'aucune sorte, sont seulement astreints au dépôt d'une déclaration préalable effectuée à la mairie de la commune où ils sont établis, et qui doit être renouvelée à tout changement de local du bureau.

Les affiches qu'ils apposent, imprimées ou non, concernant exclusivement les offres et demandes de travail et d'emplois, sont dispensées du droit de timbre.

Au surplus, la gratuité absolue de ces bureaux est assurée par la disposition de l'article 6 qui édicte une sanction pénale contre « tout gérant ou employé d'un bureau de placement gratuit qui aura perçu une rétribution quelconque à l'occasion du placement d'un ouvrier ou employé ».

Quelles que soient les espérances que le législateur de 1904 ait fondées sur le développement du placement gratuit par les groupements professionnels et par les œuvres de mutualité ou institutions de bienfaisance, il est manifeste que son intention a été plus particulièrement de charger les communes de ce service.

C'est qu'en effet la nouvelle loi n'a pas seulement confié aux municipalités le soin d'autoriser et de réglementer les bureaux payants, avec faculté de les supprimer moyennant une indemnité qui doit être exclusivement prélevée sur le budget de la commune, de recevoir la déclaration d'établissement des bureaux de placement gratuits et d'en surveiller la gestion, elle leur a aussi imposé l'obligation d'assurer elles-mêmes ce service de placement.

L'article 4 dispose en ce sens que, dans chaque commune, un registre constatant les offres et demandes de travail et d'emplois devra être ouvert à la mairie et mis gratuitement à la disposition du public. Les communes comptant plus de 10 000 habitants sont même tenues d'organiser plus complètement ce service, en créant un « bureau municipal », au lieu de ne tenir qu'un simple registre de placement.

Dans tous les cas, il doit être joint à ce registre un répertoire où seront classées les notices individuelles que les demandeurs de travail pourront librement joindre à leur demande.

Cette innovation est destinée à donner un caractère plus pratique au service de placement par les municipalités.

D'autre part, et pour que les diverses prescriptions et défenses de la nouvelle loi soient plus scrupuleusement respectées, le législateur en a sanctionné l'observation par l'application de peines correctionnelles, tandis que ces manquements ne constituaient antérieurement que des contraventions de simple police.

La peine applicable est une amende de 16 à 100 francs et un emprisonnement de six jours à un mois, ou l'une de ces deux peines seulement; elle est encourue, conformément à ce qui a été expliqué, pour : défaut d'autorisation préalable des bureaux de placement payants; défaut de déclaration des bureaux de placement gratuits; contravention aux arrêtés pris par l'autorité municipale pour assurer dans tous les bureaux de placement le maintien de l'ordre, les prescriptions de l'hygiène et la loyauté de la gestion; installation d'un bureau de placement dans un hôtel, restaurant ou débit de boissons; perception d'une rétribution quelconque, par tout gérant ou employé d'un bureau de placement gratuit, à l'occasion du placement d'un ouvrier ou employé; mise à la charge des employés, par les bureaux maintenus à titre payant, d'une part quelconque des frais de placement, lesquels doivent être entièrement supportés par les employeurs.

Les peines prononcées contre ces infractions sont, d'ailleurs susceptibles d'être modérées selon l'article 463 du Code pénal par l'admission de circonstances atténuantes, et selon la loi du 26 mars 1891 relative au sursis à l'exécution des peines; mais elles sont indépen-

(1) *Journal Officiel* du 4 novembre 1903, p. 2341. Documents parlementaires, Chambre des députés.

dantes des restitutions et dommages-intérêts auxquels ces infractions peuvent également donner lieu à titre de réparations civiles.

Ajoutons, à titre documentaire, que, d'après l'article 12 de la loi du 14 mars 1904, la nouvelle législation des bureaux de placement ne concerne pas les bureaux de nourrices, qui restent soumis aux dispositions particulières de la loi du 23 décembre 1874 relative à la protection des enfants du premier âge, ni les agences théâtrales, les agences lyriques et les agences pour cirques et music-halls, qui sont des bureaux n'existant guère qu'à Paris et qui font surtout le placement des artistes pour la province et l'étranger.

Louis RACHOU,
Docteur en droit,
Avocat à la Cour d'appel de Paris.

VARIÉTÉS

Collecteur de poussières pour les fours à incinérer les gadoues.

Les fours à incinérer les gadoues, dont le nombre va constamment en augmentant en Angleterre et surtout en Amérique, fonctionnent presque tous maintenant à tirage forcé, une surpression étant produite sous la grille, soit avec un injecteur de vapeur, soit avec un ventilateur à air soufflant. On réalise ainsi une température assez élevée et une combustion complète; dans ces conditions, on peut utiliser les gaz à la production de vapeur. Il reste un inconvénient, cependant, accentué par le fort tirage: c'est la production d'une grande quantité de cendres (jusqu'à un tiers du poids de gadoues brûlées dans certaines villes) dont une grande partie est entraînée à l'état de fines poussières dans les carnaux qu'elles arrivent à obstruer en très peu de temps.

Le ramonage doit être fait ici le moins souvent possible, car il n'est pas possible de laisser les carnaux se refroidir sans compromettre la bonne marche du four.

Le collecteur de poussières, représenté dans les figures ci-contre empruntées à l'*Engineering News* et tel qu'il a été imaginé par MM. Newton, Diggle et Watson, pour l'incinérateur de Blackpool, évite cet inconvénient.

Il se place entre les chaudières et la cheminée.

C'est une sorte de rotonde placée sur le carneau de fumée, dans laquelle on force les gaz à prendre à la fois un mouvement ascendant et un mouvement tourbillonnant rapide à cause de la diminution de la section de passage; les poussières projetées par la force centrifuge cheminent le long des parois circulaires et rencontrent des fentes verticales par lesquelles elles pénètrent dans des chambres calmes où elles se déposent. Ces chambres placées aux quatre angles s'ouvrent à l'extérieur par un registre qui, par un jeu de contrepoids, maintient l'ouverture de la fente fermée tant qu'il est ouvert; on peut ainsi les vider sans crainte de troubler le tirage du four et d'abaisser sa température, conditions essentielles de son bon fonctionnement.

Tout l'appareil est en maçonnerie de briques réfractaires, car il doit pouvoir résister à la température du rouge vif, qui est atteinte facilement lorsque les gaz chauds ne sont pas utilisés à la production de vapeur. Celle-ci, en effet, peut être intermittente, tandis que pour bien fonctionner le four doit être à marche continue; de plus, la consommation de combustible supplémentaire à l'allumage est toujours extrêmement élevée.

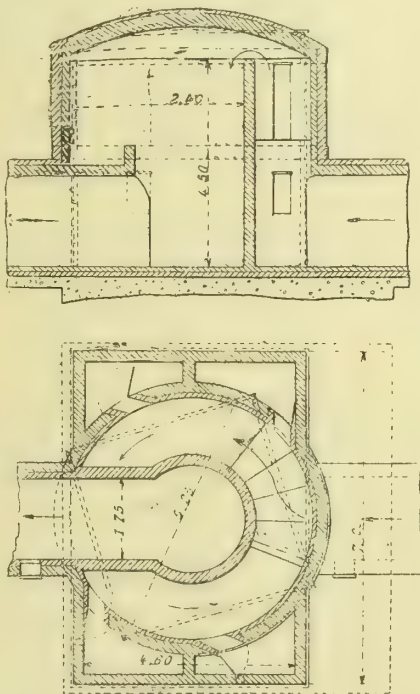


FIG. 1 et 2. — Coupes longitudinale et horizontale du collecteur de poussières.

Le nouvel hôtel du « New-York Times ».

On vient d'achever, à New-York, le gros œuvre d'une de ces constructions à nombreux étages que les Américains appellent des *sky-scrapers*, gratte-ciel. La figure ci-jointe, empruntée à l'*Engineering Record*, montre quel est l'effet produit par cette construction, destinée aux bureaux du journal *The New-York Times*.

Le bâtiment forme un seul corps, occupant en plan un triangle rectangle dont l'angle le plus aigu a été abattu en pan coupé. Le côté le plus long a 43^m 60. La hauteur maximum au-dessus de la chaussée est



Vue du nouvel hôtel du New-York Times.

de 115^m 85. L'ossature métallique descend fort au-dessous du niveau de la chaussée, car il existe plusieurs étages en sous-sol; elle atteint une hauteur maximum de 149^m 35.

La construction est du type *fireproof* (à l'épreuve du feu), c'est-à-dire avec protection de la charpente métallique par du béton, de la maçonnerie ou des poteries; l'emploi du bois a été proscrit systématiquement pour le gros œuvre, les cloisons et les planchers; il a été réduit au minimum pour les huisseries et aménagements intérieurs. Encore ce bois a-t-il été ignifugé toutes les fois que cela était possible.

Les grands incendies les plus récents, notamment celui de Balti-

more, ont d'ailleurs montré l'insuffisance de ce mode de construction en fer protégé, tel du moins qu'on l'emploie généralement.

Les travaux présentaient de très grandes difficultés. D'abord des difficultés propres, dues à la nature et à la destination de l'immeuble qui doit renfermer, avec leurs derniers perfectionnements, les organismes compliqués et nombreux d'un grand journal moderne; il y avait en outre des difficultés tenant à l'emplacement du terrain bordé de tous côtés par des voies où le mouvement de la ville est des plus intenses et situé en partie au-dessus du chemin de fer métropolitain, qui passe en tunnel sous un des coins de la construction.

On s'est efforcé, dans cette construction, non seulement de faire grand, mais aussi de donner à l'ensemble un aspect extérieur agréable; une sorte de style gothique, la nature des ornements et l'adoption d'une tour lui donnent un caractère assez particulier. Les trois étages inférieurs forment comme une sorte de soubassement; leur parement est en pierre de taille. Le revêtement des étages supérieurs et les parties ornementales extérieures sont en briques surcuites et en poterie, qui ont été recouvertes d'un enduit. On n'a pas cherché cependant à dissimuler les grandes lignes de l'ossature; les colonnes métalliques qui limitent les panneaux, dans lesquels sont placées toutes les fenêtres, peuvent être suivies depuis le bas jusqu'en haut de la construction; elles sont même accusées par des bandeaux verticaux pour les étages moyens et par des meneaux ornements pour les étages supérieurs.

Les grandes presses à imprimer et les grosses machines qu'exigent les différents services de l'immeuble sont placées dans le sous-sol inférieur, et appuyées directement sur le bon sol. Les autres locaux en sous-sol servent de magasins pour les approvisionnements. Les ateliers de composition sont placés aux étages supérieurs. Le rez-de-chaussée comprend des boutiques, et les services du journal auxquels le public doit avoir accès.

Sur la permanence des formes cristallitiques dans les cristaux.

M. Moissan a présenté à l'Académie des Sciences, le 8 août dernier, une note de MM. F. Osmond et G. Cartaud, dont nous reproduisons ci-dessous les passages essentiels :

Lorsqu'on attaque par un réactif convenable la coupe polie d'un métal ou d'un alliage formé de grains cristallins, on voit fréquemment apparaître des formes cristallitiques dont les axes gardent une orientation constante dans le domaine d'un même grain. C'est ainsi, par exemple, que, dans le bronze contenant de 9 à 10 % d'étain, M. Charpy montre des cristallites qui se détachent en brun sur fond clair (1). Et les mêmes apparences ont été retrouvées par tous ceux

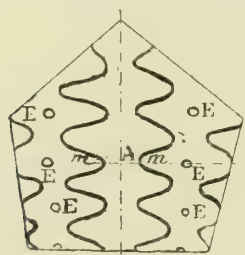


FIG. 1.

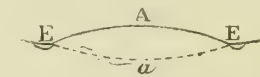


FIG. 2.



FIG. 3.

qui se sont occupés de la microstructure des bronzes, notamment MM. Heycock et Neville (2).

L'explication admise est que la répartition de l'étain dans l'alliage n'est pas homogène et que la teneur en cuivre va en diminuant à partir des axes cristallitiques, lieux de première consolidation.

Ce défaut d'homogénéité, bien qu'il ne soit pas accusé par des variations appréciables dans la couleur propre du bronze, est en effet prévu comme possible par les lois connues de la solidification et reste, par conséquent, vraisemblable. Mais il n'explique pas la netteté souvent remarquée des contours cristallitiques. D'autres causes, très différentes, concourent à produire les faits observés.

Soit un grain cristallin représenté en plan sur la figure 1, soient E, E, E... les inclusions d'alliage eutectique placées entre les branches des cristallites et qui sont les lieux de dernière consolidation.

Quand, sur un tel bronze, à 9 % d'étain par exemple, on fait une coupe à la lime, les grains d'eutectique, fragiles, se désagrègent et sont remplacés par des trous. Dans la suite du polissage, ces trous ne s'approfondissent pas: ils deviennent la cause et le fond d'autant de dépressions à pentes douces, de sorte qu'une coupe EAE par deux grains d'eutectique présente à un moment donné le profil de la figure 2,

avec un relief en A sur l'axe du cristallite. Il en résulte que la pression des papiers d'émeri est alors maximum en A et que la couche superficielle écaillée par ces papiers offre un maximum d'épaisseur correspondant en Aa.

En terminant le polissage avec de l'alumine lévigée placée sur un substratum un peu mou tel que du drap, on nivelle la surface, y compris les grains d'eutectique; ces grains, plus durs que le reste de la masse et que l'alumine ne se désagrège pas, tendent alors à venir en relief et le profil de la figure 2 est remplacé par celui de la figure 3 où le point A, sur l'axe du cristallite, est maintenant le fond d'une concavité. En général, la peau écaillée n'a pas été éliminée et elle reste représentée par la surface EAEa.

Quand enfin on fait une attaque chimique qui dissout le métal à peu près parallèlement à la surface polie, on coupe en m la limite inférieure EaE de la peau écaillée (fig. 3). Mais les parties écaillées se colorent beaucoup plus, à l'habitude, que les parties intactes, et la forme cristallitique apparaît en brun sur fond clair, telle que l'a montrée M. Charpy.

Dans le cuivre rouge fondu, qui contient toujours une petite quantité d'oxydure intergranulaire, cet oxydure joue le même rôle que l'eutectique dans le polissage du bronze et l'on peut encore trouver des cristallites dans un métal presque pur.

Par suite, on doit pouvoir éliminer ces apparences cristallitiques, telles que les montrent les différences de coloration après attaque, ou du moins en déplacer les contours, en éliminant ou amincissant la peau écaillée.

Mais, avec des métaux mous comme le cuivre, et même avec le bronze, c'est une opération assez difficile. Il ne suffit pas de faire une attaque forte qui donnerait des figures de corrosion trop profondes et ne montrerait plus que la structure cristalline; d'autre part, les poudres à polir les plus fines, y compris l'alumine de M. Le Chatelier, écaillent le cuivre.

On réussit cependant en alternant les polissages et les attaques, de façon que les attaques soient un peu en avance sur les polissages, et en répétant ces opérations autant qu'il est nécessaire.

Le réactif d'attaque doit être choisi parmi ceux qui montrent le moins la structure cristalline. Pour le cuivre et ses alliages, on peut employer une solution d'acide picrique et de quinone dans l'alcool ou l'acétone ou encore une solution aqueuse de chlorure ferrique acidifiée par l'acide chlorhydrique. Pour les polissages, on frotte légèrement à la main sur un drap saupoudré d'oxyde de chrome et mouillé avec de l'eau ammoniacale. L'ammoniaque a pour effet de dissoudre la pellicule superficielle écaillée par l'oxyde de chrome, au fur et à mesure qu'elle se produit.

Cette méthode, par attaques et polissages alternés, peut s'étendre à des métaux plus mous encore que le cuivre, notamment à l'étain et au plomb. Elle permet d'éliminer les perturbations apportées par le polissage à l'étude des déformations internes.

Nouveau procédé de stérilisation du lait.

Les propriétés bactéricides de l'eau oxygénée, constatées depuis un certain temps, furent mises à contribution tout récemment en France par M. A. Renard, qui, le premier, étudia scientifiquement son action dans la conservation du lait.

À la suite d'intéressantes recherches, dont les résultats ont été résumés dans le *Génie Civil* (1), il reconnut la supériorité de ce procédé de conservation sur celui de la réfrigération qui, tout en n'altérant pas le lait dans sa constitution, reste sans action sur les microbes pathogènes.

Il constata, en effet, que, ajoutée au lait cru dans les proportions de 3 %, l'eau oxygénée à 12 volumes est, à la température ordinaire, décomposée au bout de quelques heures en eau et en oxygène qui se dégage; elle assure ainsi la conservation du lait sans y laisser de trace.

Tout récemment, M. Budde, Ingénieur danois, a complété ces constatations en étudiant plus spécialement l'action germicide secondaire de l'eau oxygénée, c'est-à-dire l'effet de l'oxygène à l'état naissant, dont la production se réalise favorablement dans le lait, de 50 à 55 degrés.

M. F.-H. Renaut a donné, dans la *Revue d'Hygiène* de mai 1904, un aperçu de l'intéressant procédé qui résulte de ces nouvelles recherches.

La décomposition de H_2O_2 et, par conséquent, la formation d'oxygène à l'état naissant, sont provoquées par la présence d'enzymes dans le lait; aussi, la réaction est-elle bien plus accentuée, mais plus lente, à la température ordinaire qu'à un degré plus élevé. Le lait froid décompose donc pendant un laps de temps assez long des quantités de H_2O_2 relativement considérables (jusqu'à 2 %). À 50 degrés au

1. *Bulletin de la Société d'Encouragement* de mars 1897, figure 27.

2. *Philosophical Transactions*.

(1) Voir le *Génie Civil*, t. XLIV, n° 26, p. 416.

contraire, le lait n'arrive plus à en décomposer que 0,04 %, mais avec d'autant plus d'énergie qu'à cette température les microorganismes sont moins résistants. La dose de H^2O^2 susceptible d'être décomposée par le lait entre 50 et 55 degrés suffit à le stériliser et c'est la stérilisation elle-même qui fait disparaître du lait l'agent stérilisateur.

Le procédé Budde consiste donc à ajouter environ 0,05 % d'eau oxygénée au lait froid, qui est ensuite chauffé le plus vite possible en vase clos, et maintenu à la température de 50 degrés pendant huit à dix heures; ce laps de temps pourra être réduit à deux ou trois heures pour la consommation sur place.

Des expériences bactériologiques ont été faites sur le lait ainsi traité, à Stockholm, à Berlin, à Londres, à Copenhague: elles ont toutes permis de constater la destruction, au bout d'une heure, du colibacille, du bacille typhique, du bacille de la diphtérie et, après trois ou quatre heures, celle du bacille de Koch; ainsi, ce laps de temps semble-t-il devoir être adopté pour la durée du chauffage à 50 degrés.

Le lait *buddisé* conservant son goût et sa digestibilité peut être consommé sans inconvénient par les enfants, les malades et les débilés; il peut servir d'arme contre les maladies contagieuses ayant le lait comme véhicule possible, telle la tuberculose.

CORRESPONDANCE

Jaugeage des conduites d'eau en service.

MONSIEUR L'ADMINISTRATEUR-DÉLÉGUÉ du *Génie Civil*,

Votre numéro du 6 août 1904 contient, sous le titre « Jaugeage des conduites d'eau en service », la description d'un appareil construit par M. Krir, Conducteur du Service municipal des eaux, sur les indications de M. Mesnager, Ingénieur du même service.

Permettez-moi d'appeler votre bienveillante attention sur ce fait qu'en 1889 j'ai reçu de M. Bechmann, Directeur du Service des eaux de l'Exposition universelle de Paris, la commande d'un appareil reposant exactement sur le même principe et ne différant de celui de MM. Krir et Mesnager que par un détail de construction. Cet appareil, après avoir servi pendant toute la durée de l'Exposition à jauger le débit des Fontaines lumineuses (il était installé à l'entrée gauche du pont d'Iéna), a été acquis, à la fermeture, par la Ville de Paris, dans le service de M. l'Ingénieur en chef Lauenay.

Le tube de Pitot, qui sert de principe à mon appareil, ne diffère pas de celui

décrit par les auteurs; ses indications se lisent également sur le siphon MN dont la partie supérieure contient un certain volume d'air comprimé. Les pressions des tubes M et N, dont la différence h détermine la vitesse, agissent dans les régions A et C d'un réservoir, sur les surfaces supérieure et inférieure d'un piston rendu étanche par un joint formé d'une rigole circulaire remplie de mercure, dans laquelle plonge un cylindre vertical relié au plafond supérieur de la région C.

Ce piston dont le diamètre est assez grand pour lui donner une force ascensionnelle déterminée, proportionnelle à h , est suspendu verticalement par un fil d'acier glissant dans un presse-étoupe garni de matière antifriction, par exemple, et pouvant se maintenir étanche pendant très longtemps, voire même pendant plusieurs années. Ce fil s'accroche à l'extrémité d'une balance de position qui peut être un simple levier coudé et enregistre, dans ce cas, la pression h par des tangentes d'arc proportionnelles à h elle-même.

J'ai obtenu un résultat beaucoup plus satisfaisant au point de vue scientifique et industriel, en procurant au levier horizontal D de suspension des déplacements dont les arcs soient rendus proportionnels, non pas à h mais à $\sqrt{h}$, c'est-à-dire à la vitesse et, par conséquent, au débit de la conduite. Il m'a suffi de suspendre le contrepoids terminus π de ma balance à une came E, actionnée d'autre part par l'intermédiaire d'une poulie I, dont le brin vertical est accroché à l'extrémité du levier D opposée à la suspension du piston.

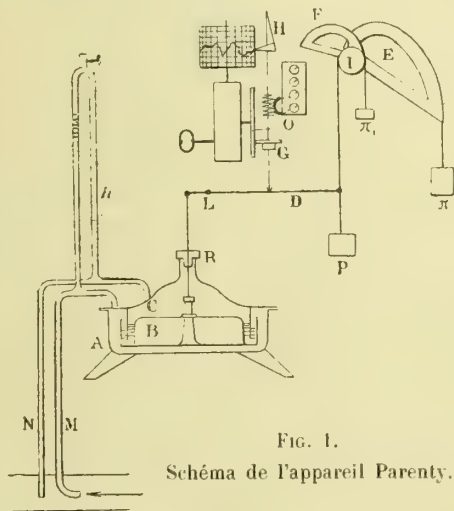


FIG. 1.

Schéma de l'appareil Parenty.

Le tracé de cette came est l'antipodère d'une spirale du second degré :

$$\rho = \rho_1 + K\omega^2.$$

Les bras de levier ρ du contrepoids terminus π , proportionnels à h , vont ici croissant comme le carré des arcs ainsi rendus proportionnels à $\sqrt{h}$.

On peut observer que la plongée dans le mercure, du cylindre de métal tombant au plafond supérieur de la chambre C, oppose au mouvement ascensionnel du piston une résistance proportionnelle à la hauteur où s'élève ce piston, hauteur qui est de quelques millimètres seulement. Cette erreur est faible, et de plus elle peut être exactement compensée au moyen d'un second contrepoids π_1 , suspendu sur une seconde came F montée sur le même axe que la première E, et dont le tracé est l'antipodère d'une spirale du premier degré en ω (spirale d'Archimède) :

$$\rho = \rho_1 + K'\omega.$$

Cette disposition entièrement rationnelle fournit tous les avantages que l'on peut demander à un compteur de la vitesse et du débit des conduites forcées :

- 1° Il est rigoureusement et mathématiquement exact;
- 2° Il est débarrassé des ressorts et flexibles dont la résistance est nécessairement variable et déréglable;
- 3° Sa sensibilité est indéfinie, car il est facile de donner au piston

moteur un diamètre suffisant pour que son levier soit maintenu pendant la marche à l'état de perpétuelle oscillation, et qu'il revienne très exactement au zéro pendant l'arrêt du courant;

4° La totalisation des $\sqrt{h}$ exige absolument le tracé d'une courbe dont les ordonnées soient proportionnelles à cette grandeur $\sqrt{h}$. L'aire de la courbe, enregistrée par un style H sur un cylindre chronométrique, donne sans aucune erreur le débit total correspondant à une période quelconque;

5° Le planimétrage de cette aire, c'est-à-dire la totalisation des débits, s'effectue automatiquement et d'une manière très simple au moyen d'une petite roulette G

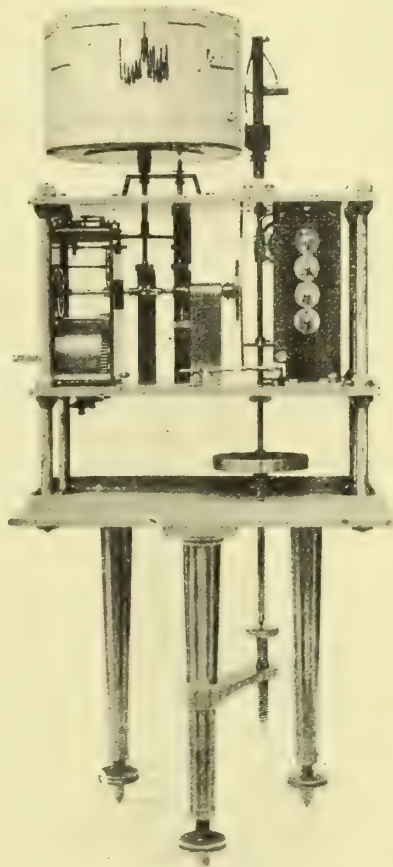


FIG. 2. — Vue d'ensemble de l'appareil Parenty.

tical de soutien du style. Cette roulette se met en contact avec des circonférences du plateau chronométrique d'entraînement, de longueurs proportionnelles à l'abaissement de cette roulette au-dessous du centre O, c'est-à-dire en définitive proportionnelles à $\sqrt{h}$.

Les brevets et additions de brevets que j'ai pris pour la construction de cette classe d'appareils comportent l'emploi d'une ou de plusieurs cuvettes contenant des liquides, eau ou mercure, dont les niveaux libres sont soumis à l'action des pressions. Ces cuvettes peuvent être réunies entre elles par des siphons ou par des flexibles, ou bien encore sont disposées concentriquement, de façon que l'une forme un piston mobile comme dans le cas présent.

Dans ces conditions, le seul changement ou perfectionnement apporté à mon appareil se réduit ici à la substitution d'un peson à ressort à la balancerie de précision qu'il convient d'utiliser pour ces recherches délicates. L'appareil Parenty : *Jauge des conduites forcées*, fait d'ailleurs partie des appareils de mesure auxquels l'Académie des Sciences a accordé le prix de Mécanique en 1896.

Veuillez agréer, etc.

Lille, le 9 août 1904.

H. PARENTY,

Directeur de la Manufacture des Tâbles.

SOCIÉTÉS SAVANTES ET INDUSTRIELLES

Académie des Sciences.

Séance du 8 août 1904.

Astronomie. — *Sur les changements de courbure que subissent certains niveaux à bulle d'air, sous l'influence des variations de température.* Note de M. G. BIGOURDAN.

Dans l'emploi de la lunette méridienne, l'inclinaison de son axe de rotation doit être connue avec la plus grande précision ; c'est généralement avec le niveau à bulle d'air que l'on détermine cette inclinaison : à cet effet, la fiole du niveau est liée à une monture métallique permettant de la poser sur l'axe de rotation, et on lit la position de la bulle avant et après le retournement de cette monture. On obtient ainsi l'inclinaison cherchée, exprimée en divisions de la fiole, puis finalement exprimée en angle quand on connaît la valeur angulaire K de chaque division.

En évitant d'employer les extrémités de la fiole, on trouve généralement que la valeur K est la même, à chaque instant, pour toutes les divisions.

Mais K varie avec la température, qui agit des trois manières suivantes :

Le liquide contenu dans la fiole est très dilatable, et sa tension de vapeur change considérablement avec la température, de sorte que les pressions intérieures que subit la fiole sont très variables. En second lieu, le changement de volume du liquide fait varier beaucoup la longueur de la bulle, de sorte que, dans la mesure d'une même inclinaison, faite à des températures différentes, les parties utilisées de la fiole ne peuvent être les mêmes.

Enfin, la monture métallique, ayant une dilatation différente de celle de la fiole, peut réagir sur elle et changer ainsi la valeur de K.

Malgré cela, on trouve généralement que la valeur de K varie peu avec la température, de sorte qu'il est difficile de faire la part de chacune de ces causes de variation.

D'après une expérience de M. Bigourdan, cette dilatation de la monture métallique serait de beaucoup la plus importante ; il en résulte que, dans les niveaux de précision, s'impose l'emploi d'acier-nickel de dilatation égale à celle du verre.

Chimie minérale. — *Nouvelles recherches sur les aciers au vanadium.* Note de M. LÉON GUILLET, présentée par M. A. DITTE.

M. Guillet complète sa précédente note (1) sur les aciers au vanadium bruts de forge et trempés. D'après les résultats de ses expériences, ces aciers sont extrêmement sensibles au traitement thermique et, d'autre part, ils sont absolument hétérogènes.

Au point de vue des propriétés mécaniques, il a examiné les aciers normaux, c'est-à-dire recuits à 900 degrés et refroidis lentement.

Si l'on compare les constantes mécaniques que donne M. Guillet à celles publiées dans sa première note, on voit que pour les aciers perlitiques, les limites élastiques et les charges de rupture sont beaucoup moins élevées, les allongements et la résistance au choc plus forts. Ces essais font ressortir l'influence des traitements thermiques et mécaniques sur ces aciers.

L'auteur a examiné aussi divers échantillons d'aciers au vanadium renfermant 0,2 à 0,6 % de carbone, et 0,2 à 0,7 % de vanadium.

Bruts de forge, ces aciers ont tous donné de 0 à 2 kilogrammètres au mouton Fremont; recuits à 900 degrés et refroidis lentement, ils ont offert une résistance au choc au moins égale à celle des aciers ordinaires à même pourcentage de carbone.

L'hétérogénéité des aciers au vanadium à haute teneur est nettement mise en évidence par les essais mécaniques. Elle paraît due au carbure de vanadium de faible densité qui, existant dans le bain d'acier fondu, tend à remonter à la surface.

En résumé, M. Guillet conclut que :

1° Les aciers au vanadium perlitiques, recuits à 900 degrés et refroidis lentement (aciers normaux), n'offrent pas plus de fragilité que les aciers ordinaires à même dose de carbone et qu'à même résistance ils sont très sensiblement moins fragiles ;

2° Ces aciers semblent particulièrement sensibles aux traitements thermiques et mécaniques ;

3° Les aciers à haute teneur en vanadium, dont tout le carbone est à l'état de carbure, sont absolument hétérogènes.

En tous cas, on peut affirmer que les seuls aciers au vanadium intéressants sont ceux contenant moins de 0,7 % de vanadium.

Chimie physique. — *Sur la permanence des formes cristallitiques dans les cristaux.* Note de MM. F. OSMOND et G. CARTAUD, présentée par M. MOISSAN.

Nous reproduisons dans ce même numéro, page 268, les principaux passages de cette note.

Hydrodynamique. — *Équations générales du mouvement des nappes d'eau infiltrées dans le sol.* Note de M. J. BOUSSINESQ.

M. Boussinesq, qui avait déjà étudié (1) l'écoulement des nappes d'eau infiltrées dans le sol et le débit des sources, en supposant assez petites pour avoir leurs carrés négligeables les pentes, tant de superficie que de fond, de ces nappes, recherche cette fois des équations de mouvement plus générales, convenant au cas de pentes quelconques, tant du fond (ou sous-sol imperméable) que de la surface libre souterraine.

Mécanique chimique. — *Théorie des solutions diluées, basée sur la loi de Van't Hoff.* Note de M. E. ARIÈS, présentée par M. MASCAIT.

M. Van't Hoff a été conduit, par ses travaux sur les phénomènes d'osmose appliqués aux solutions diluées, à formuler une loi qui a vivement attiré l'attention des savants, et qui peut servir de base à la théorie complète de ces solutions.

Si une solution infiniment diluée est séparée par osmose du dissolvant pur, et si ce dissolvant est en même quantité de chaque côté de la paroi semi-perméable, le système satisfait aux conditions suivantes :

1° La différence entre les volumes occupés par la solution et par le dissolvant pur échappe à toute mesure et peut être considérée comme nulle ;

2° La pression osmotique, c'est-à-dire l'excès de la pression exercée par la solution sur la pression exercée par le dissolvant pur, est égale à la pression qui serait exercée par le corps dissous s'il était seul à occuper, à l'état de gaz parfait, le volume de la solution. C'est la loi de M. Van't Hoff.

Comme le potentiel du dissolvant a la même valeur de chaque côté de la paroi semi-perméable, on peut énoncer cette loi comme suit :

Toute substance dissoute en quantité suffisamment petite dans un dissolvant, dont la température T et le volume V demeurent invariables, fait croître la pression p du dissolvant de la pression Δp qui serait exercée par le corps dissous s'il était seul à occuper, à l'état de gaz parfait, le volume V de la solution ; et le potentiel du dissolvant a la même valeur avant et après l'introduction du corps à dissoudre.

Cette loi suffit pour retrouver toutes les formules employées dans les expériences de tonométrie et de cryoscopie. M. Ariès montre, par le calcul, qu'on en tire très simplement les expressions connues des potentiels du dissolvant et du corps dissous.

Topographie. — *Sur différents résultats récemment obtenus par la Métrophotographie.* Note de M. A. LAUSSEDA.

M. Laussedat avait déjà (2) entretenu l'Académie des premiers essais faits par le stéréocomparateur du docteur Pulfrich pour étudier le terrain par la stéréoscopie ou plus exactement par la méthode des parallaxes.

Ces expériences faites aux environs d'Iéna, dans un pays moyennement accidenté, avaient démontré qu'avec une base de 100 mètres on pouvait relever les détails et le relief du terrain représenté par des courbes de niveau, jusqu'à 2 500 mètres et 3 000 mètres de distance.

De nouvelles expériences faites dans le sud du Tyrol, sous la direction du colonel Baron von Hübl, chef du groupe technique de l'Institut géographique de Vienne, ont donné des résultats encore plus concluants.

Dans la première, avec une base de 254 mètres, deux photographies 18×24 ont suffi pour construire la plus grande partie d'une carte à l'échelle de 1/25 000

qui comprend des montagnes abruptes dont les sommets atteignent 3 000 mètres de hauteur et sont éloignées de 8 kilom. de la base. On peut voir aussi sur cette carte que les courbes de niveau très étudiées y sont tracées à l'équidistance de 20 mètres.

Dans un autre cas, la base ayant été portée à 318 mètres, on a pu atteindre la distance de 12 kilom. et, avec les deux photographies de 18×24 seulement, on a relevé une superficie de 20 kilomètres carrés.

M. Laussedat estime donc que, dans un très grand nombre de cas, la méthode des parallaxes réalise un progrès considérable et mérite la plus sérieuse attention de la part de plusieurs de nos services publics, jusqu'ici trop indifférents. L'examen stéréoscopique des images contribue d'ailleurs à faciliter singulièrement l'interprétation des formes du terrain, à une échelle qui se rapproche de celle dont on fait usage.

Il signale, en terminant, la publication de la carte des Selkirks, voisines des Montagnes Rocheuses, à l'échelle de 1/60 000, avec courbes de niveau de 30 en 30 mètres, embrassant une région très abrupte de 250 kilom. carrés et relevée en deux étés seulement grâce à l'emploi des méthodes photo-topographiques.

A. B.

BIBLIOGRAPHIE

Revue des principales publications techniques.

CONSTRUCTIONS CIVILES

Pavillon scolaire transportable. — M. DONDA décrit, dans l'*Oesterreichische Wochenschrift*, du 9 juillet, un pavillon scolaire démontable et transportable qui a figuré à l'exposition scolaire annexée au Congrès d'Hygiène de Nuremberg (1) en avril dernier.

Ce pavillon, de construction autrichienne, mesure 22 mètres de longueur et 6 m 60 de largeur ; il comporte un rez-de-chaussée, élevé sur des dés de pierre à 0 m 25 au-dessus du sol, et divisé en deux classes que sépare un vestibule.

Le parquet de sapin est double ; le parquet inférieur est asphalté et l'autre garni de linoléum, par mesure d'hygiène.

Les parois sont lisses, arrondies aux angles et faciles à laver. Sur les panneaux en bois est appliqué un revêtement imperméable et ignifugé ; ces panneaux eux-mêmes sont assemblés avec des agrafes qui empêchent toute dislocation et toute introduction d'eau, de vent ou de poussière.

La toiture est à deux pans, sur charpente légère en fer et bois, avec plafond laissant un intervalle assez grand pour protéger contre la chaleur. De petits lanterneaux servent à l'aération. Les assemblages des portes et des fenêtres sont particulièrement robustes.

Ces pavillons, qui peuvent être très rapidement montés pour agrandir une école insuffisante, isoler des enfants par mesure sanitaire, etc., sont, paraît-il, déjà employés dans un certain nombre de villes d'Allemagne (Hambourg, Mayence, Nuremberg, etc.) et d'Autriche.

CONSTRUCTION DES MACHINES

Les nouveaux ateliers de constructions métalliques de la Cambria Steel Co., à Johnstown (Pennsylvanie). — Ces ateliers font partie d'un ensemble qui comprend l'extraction du minerai de fer, de la castine, du charbon, la fabrication de la fonte, la fabrication de l'acier au convertisseur Bessemer et au four à sole et de tous les profilés ou pièces fondus.

L'installation comporte des ateliers équipés pour construire ou réparer toutes les machines employées dans les différents services avec un personnel de plus de 13 000 ouvriers. Ces seuls ateliers consomment plus de 4 000 tonnes de charbon par jour ; ce sont eux qui font l'objet d'une description détaillée dans l'*Engineering Record*, des 18 et 25 juin.

Les différentes parties étudiées successivement sont : l'usine centrale de force, la manutention et le transport des produits, les genres de constructions adoptées pour les divers ateliers, le chauffage, la

(1) Voir le *Génie Civil*, t. XLIV, n° 16, p. 258. (*Comptes rendus de l'Académie des Sciences.*)

(2) Voir le *Génie Civil*, t. XLV, n° 6, p. 102 (*Comptes rendus de l'Académie des Sciences.*)

(1) Voir le *Génie Civil*, t. XLV, n° 4, p. 69.

ventilation, le travail de l'acier et des fers employés dans la construction, l'installation et l'organisation du travail dans les divers ateliers, les machines-outils, les grues et les ponts roulants, l'atelier de construction des voitures de chemins de fer.

Nouveaux ateliers de la Société pour la Construction des machines et locomotives de Montréal, à Québec (Canada). — Ces ateliers sont situés sur le bord du fleuve Saint-Laurent; ils couvrent une surface de 27 hectares et se raccordent aux voies du chemin de fer transcanadien. Leur description est donnée par M. J. BUTLER, dans l'*Engineering News*, du 23 juin.

ELECTRICITÉ

Extension du système Edison, à Boston. — La Compagnie Edison, de Boston, construit, au voisinage d'une de ses anciennes usines, une station destinée à produire 60 000 kilowatts, avec douze turbines à vapeur de 5 000 kilowatts chacune. La construction a été étudiée de façon que les douze unités forment autant d'ensembles distincts. Chaque turbine est alimentée par huit chaudières. L'ensemble de l'usine est divisé en trois parties, par des murs épais parallèles à la plus grande dimension : salle des chaudières, salle des turbines, salle des interrupteurs. La salle des chaudières est pourvue d'un sous-sol pour la manipulation des escarbilles, et ce sous-sol est au niveau de la salle des turbines. Le charbon est amené mécaniquement dans des soutes supérieures; les chaudières en sont alimentées par gravité, et la chauffe est automatique.

Les turbines tournent à 514 tours et actionnent des alternateurs triphasés à quatre pôles, fréquence 60, tension 6 900 volts. L'excitation absorbe 28 kilowatts et est fournie à 125 volts par la station voisine.

Les accessoires de chaque turbine consistent en un condenseur à surface, alimenté à l'eau de mer, une pompe centrifuge, une pompe à vide, la pompe d'alimentation des chaudières correspondantes, une pompe à huile avec accumulateur pour le palier de butée, et un réchauffeur d'alimentation, qui reçoit la vapeur d'échappement des appareils auxiliaires, tous commandés par des machines à vapeur.

L'eau est amenée par deux égouts, et retourne par un troisième. Le condenseur est établi en siphon, la pompe circulatoire n'ayant qu'à compenser les pertes de charge.

L'article de l'*Electrical World*, du 21 mai, qui décrit cette installation, se termine par des renseignements historiques sur l'entreprise.

La lampe à arc à magnétite. — Dans la lampe à arc ordinaire au carbone, l'éclat provient de la haute température du cratère positif. Dans les arcs à flamme, l'arc lui-même constitue la source lumineuse.

L'*Electrical World*, du 21 mai, publie une étude sur une lampe à arc à magnétite ou oxyde de fer, combinée par la General Electric Co en vue d'obtenir à la fois un rendement élevé, une couleur blanche et une longue durée des électrodes.

L'électrode positive est en cuivre; elle est placée à la partie supérieure, et sa conductibilité calorifique est telle qu'elle ne s'échauffe que peu, et ne s'use pas; l'électrode négative est formée d'un tube de fer contenant de la magnétite mélangée en petites quantités d'autres substances (composés de titane, etc.), qui interviennent pour augmenter la stabilité, le rendement et la durée. C'est ainsi qu'avec le rendement ordinaire on obtient une durée de trente heures par 25 millimètres d'électrode, et qu'avec un léger sacrifice sur le rendement, la durée atteint 500 à 800 heures pour une électrode de 20 centimètres de longueur. Autrement dit, la lampe ne demande pas à être touchée plus souvent qu'une lampe à incandescence.

La lumière émanant de l'arc, et non des électrodes, on donne à celui-ci une longueur de 19 à 29 millimètres. L'auteur ne décrit pas en détail le mécanisme, mais mentionne qu'il agit de façon à maintenir l'arc à longueur constante.

Analyse des courbes de courants alternatifs. — Dans l'*Electrical World*, du 28 mai, M. S. N. KINTNER indique la marche à suivre pour l'étude des courbes de courants alternatifs.

Après avoir rappelé les formules qui donnent les composantes sinusoïdale et cosinusoïdale d'un harmonique de rang donné, il dresse des tables des facteurs trigonométriques qui entrent dans les formules, et pour tous les harmoniques impairs jus-

qu'au dix-septième. Ces facteurs ne dépendent en effet que du nombre de divisions de l'abscisse (l'auteur suppose 36 divisions).

L'auteur montre ensuite une application pratique de ces tables, au calcul de l'harmonique 5 d'une courbe donnée, et à l'analyse complète de cette courbe jusqu'au 17^e harmonique.

L'étude des stations électriques. — Dans ses numéros des 13, 20 et 27 mai, 3 et 10 juin, l'*Electrical Review* reproduit un important mémoire lu le 28 avril par MM. C. H. MERZ et W. MAC LELLAN, devant l'Institution of Electrical Engineers, de Londres.

Après une introduction où les auteurs insistent sur la simplicité dans la construction, la subdivision du matériel, examinent l'opportunité d'adopter les dispositifs automatiques et étudient les prévisions à faire pour les extensions futures, ils entrent dans le détail de leur étude, divisée en un certain nombre de chapitres, dont nous ne pouvons citer que les titres :

1. Type de matériel générateur;
2. Dispositions générales;
3. Matériel de rechange et détermination de la puissance de l'installation;
4. Appareils auxiliaires;
5. Tableau;
6. Appareils de mesure.

Les auteurs ont laissé de côté les chaudières et la tuyauterie; ils ne sont pas entrés dans les détails de construction des machines et appareils. Leur étude, conçue à un point de vue très général, constitue un travail d'ensemble d'un grand intérêt.

La possibilité commerciale de la traction électrique par contact superficiel. — L'*Electrical Review*, du 9 juillet, publie un extrait d'un mémoire de M. SHAWFIELD, qui, ayant dirigé pendant deux ans et demi le seul réseau à contact superficiel employé en Angleterre (Wolverhampton), indique les résultats obtenus aux divers points de vue suivants : sécurité, régularité d'exploitation, dépenses d'exploitation et d'entretien, dépense d'installation, esthétique et gêne du trafic.

Les conclusions auxquelles il arrive sont les suivantes :

Un système de contact superficiel bien étudié est supérieur au fil aérien au point de vue de la sécurité, de la régularité et de l'esthétique; il cause moins d'obstruction au trafic;

Le système aérien est beaucoup moins coûteux, tant au point de vue de la première installation qu'à celui de l'exploitation et de l'entretien;

Dans les cas, tels que les lignes établies dans les districts peu denses, où une faible dépense d'établissement est la considération primordiale, le système aérien doit avoir la préférence;

Dans beaucoup de grandes villes et, notamment de villes d'eaux, le système à contact superficiel présente divers avantages qui peuvent conduire à le faire adopter.

L'emploi des moteurs synchrones pour la régulation de la tension et du facteur de puissance. — En variant l'excitation du moteur synchrone, on peut varier l'intensité dans l'induit et provoquer un courant déviant, en avance ou en retard, de sorte que le moteur synchrone peut être utilisé pour la régulation du facteur de puissance d'un système de distribution.

Dans l'*Electrical Review*, du 9 juillet, M. G. LAMME étudie cette question, et fait remarquer que, si le champ du moteur synchrone est maintenu constant, toute variation de la tension du système provoque des courants décalés en avant ou en arrière, et dont l'action est correctrice. Cette action est maximum avec les moteurs ayant la meilleure régulation propre.

Si le moteur synchrone est utilisé pour régler à la fois la tension et le facteur de puissance, sa puissance de régulation se trouve réduite. Les meilleures conditions de construction de la machine, au point de vue électrique, correspondent à des vitesses beaucoup plus faibles que celles qui seraient possibles au point de vue mécanique. Des amortisseurs puissants augmentent leur valeur régulatrice.

Les commutatrices ne sont généralement pas appropriées à cet usage.

On peut établir des moteurs synchrones régulateurs à un prix moindre que celui des moteurs ordinaires, et dans des conditions se rapprochant de celles des alternateurs destinés à être accouplés aux turbines.

HYGIÈNE

Appareils séparateurs pour les eaux de citerne. — La *Revue du Génie* (mai 1904) décrit quelques appareils ayant pour but d'écarter des citernes les premières eaux qui lavent les toitures et sont naturellement chargées d'impuretés. D'une manière générale, le principe consiste à recueillir ces premières eaux dans un bac spécial de contenance convenable. Si S est la surface de toitures, en mètres carrés, le volume des eaux qu'il convient d'écarter est de $\frac{S}{2}$ litres. Un flotteur à levier est l'organe chargé

de renverser le distributeur, lorsque le bac est plein, et l'eau se rend alors directement à la citerne.

Le service des Ponts et Chaussées a employé, pour les maisons éclusières du canal de la Marne à la Saône, un appareil construit par M. Fauconnier, à Langres, et qui a le double mérite de la simplicité et du bon marché. L'eau tombe sur une auge allongée pivotant autour d'un axe et pouvant se vider à droite (dans la citerne) ou à gauche (dans le bac), suivant le sens de son inclinaison. Celle-ci est réglée par le flotteur à levier. Un robinet permet la vidange rapide du bac qui se vide d'ailleurs automatiquement et goutte à goutte, par un petit orifice toujours ouvert.

Un séparateur du même genre a été imaginé par le chef de bataillon du Génie Lefèvre, et appliqué dans certains ouvrages de la place de Marseille. Ce séparateur comporte des dispositifs un peu compliqués ayant pour but d'assurer un vidage du bac plus rapide et une régulation convenant aussi bien à une petite pluie qu'à un orage de courte durée.

Un troisième appareil construit par la maison Chappée, du Mans, a été installé à l'île Bréhat et peut être intercalé sur la canalisation conduisant à la citerne. Un couvercle autoclave permet de le visiter. Le flotteur à levier commande une soupape d'assez grande section, par laquelle la première eau s'écoule dans un puisard. Cette soupape se ferme par le jeu du flotteur et l'eau s'écoule alors dans la citerne. Le puisard est muni d'un trop-plein et d'un trou de fond ayant 2 à 3 millimètres d'orifice qui le vide automatiquement. L'appareil peut ainsi fonctionner même pendant les pluies fines et persistantes du littoral.

MÉCANIQUE

Transmission de force par l'air comprimé aux carrières de grès de Cleveland (États-Unis). — Ces carrières de grès d'une étendue considérable sont au nombre de trois; elles sont situées à environ 48 kilom. de Cleveland. Jusqu'à l'année dernière l'exploitation se faisait en prenant la force nécessaire au fonctionnement des diverses machines à vapeur à plusieurs stations d'énergie disséminées un peu partout dans les carrières ou bien en utilisant des machines locomobiles accompagnées de leur générateur. Toutes ces stations sont remplacées par une seule qui distribuera l'énergie aux points nécessaires au moyen de l'air comprimé. Les perforatrices, outils, appareils de levage, et de manœuvre restent les mêmes, bien qu'ayant été modifiés pour utiliser l'air comprimé au lieu de la vapeur. L'emploi de surchauffeurs auprès des moteurs a été reconnu nécessaire, non pas pour empêcher la congélation, mais pour augmenter le rendement mécanique. C'est cette installation que décrit M. L. J. WIGHTMANN dans l'*Engineering News*, du 7 juillet.

La station centrale comporte deux compresseurs de chacun 1 000 chevaux; la seule carrière qui soit pour l'instant desservie par la station centrale occupe une surface de 600 mètres sur 250 mètres.

L'auteur donne la description détaillée de l'usine centrale et de ses différents services; un schéma des canalisations établies dans la carrière et un tableau de comparaison entre l'ancien et le nouveau système montrent l'économie de ce dernier. Le même sujet est traité dans l'*Engineering Record*, du 9 juillet.

L'estampage par l'intermédiaire de l'eau. — Dans l'*American Machinist*, du 16 juillet, M. WARTARD STARK, après avoir montré la supériorité de l'eau sur le caoutchouc et surtout sur la cire quelquefois employés pour l'estampage de pièces en métal mince dont la forme ne permet pas l'emploi de poinçons solides, donne divers détails sur la disposition des matrices et des presses employées à cet effet.

PHYSIQUE INDUSTRIELLE

Calorifuges pour conduites de vapeur. — *L'Electrical Review*, du 25 juin, reproduit une étude de M. S. H. DAVIES sur la valeur des principaux calorifuges industriels.

La méthode qu'il a employée consiste à mesurer la puissance électrique à dépenser par effet Joule dans un fil, pour maintenir à une température constante un tuyau recouvert du calorifuge à essayer.

En opérant également avec le tuyau nu, l'auteur a montré que les bons calorifuges réduisent de 77 à 78 % la perte, et que les plus mauvais réalisent encore une économie de 21 %.

Il est amené à classer les calorifuges en trois groupes : l'un comprend les matériaux très efficaces, comme la magnésie, la laine de scories et la rémanite; l'autre renferme les calorifuges de valeur moyenne, parmi lesquels les diverses préparations de mica. Enfin, le troisième groupe, dont la valeur est à peu près moitié moindre de celle du premier, comprend en particulier les compositions d'amiante. L'amiante peut être nécessaire comme liant dans un calorifuge, mais ne constitue pas par lui-même un bon isolant.

L'auteur calcule, d'après les chiffres qu'il a trouvés, le coefficient de conductibilité des divers isolants.

Il cite comme exemple de l'utilité des calorifuges une usine où la surface de la tuyauterie atteint 730 mètres carrés, de sorte qu'une tuyauterie nue condenserait 2 190 kilogr. d'eau à l'heure, et occasionnerait annuellement une dépense de charbon de 2 750 tonnes, dont 80 % peuvent être économisés par l'emploi de calorifuges.

Il cite finalement quelques expériences faites en vue de mesurer l'eau entraînée dans une conduite de vapeur surchauffée à l'origine.

Ouvrages récemment parus.

Manuel de Topographie alpine, par HENRI VALLOT, Ingénieur des Arts et Manufactures; avec une préface du L-Colonel PRUDENT. — Un volume in-12 de 172 pages, avec 45 figures et 7 tableaux. — H. Barrère, éditeur, Paris, 1904. — Prix : cartonné toile, 3 fr. 50.

M. H. Vallot, Ingénieur des Arts et Manufactures, a rédigé ce Manuel, à la demande de la *Commission de topographie du Club Alpin français*, en vue de servir de guide aux alpinistes désireux d'exécuter des levés topographiques, particulièrement dans les régions de hautes montagnes, et de leur permettre de produire, en toute circonstance, des résultats corrects.

Les études de topographie alpine peuvent être entreprises et menées à bien par l'emploi de procédés simples qui, tout en donnant une précision suffisante, n'exigent de la part des opérateurs, aucune connaissance mathématique spéciale. Il n'est pas indispensable, en effet, qu'ils exécutent des levés complets; ils feront œuvre utile toutes les fois qu'ils rapporteront ou des fragments de levés basés sur quelques mesures, si rudimentaires soient-elles, ou même des simples documents.

Comme le dit le L-Colonel Prudent dans sa préface, « ce but sera parfaitement atteint en se confiant au guide sûr et expérimenté qui s'offre aujourd'hui », car le Manuel de M. Vallot contient tous les enseignements et renseignements indispensables.

Après avoir défini le but de la topographie alpine et ses caractères généraux, l'auteur donne la description et l'usage des instruments, et la manière de préparer les levés; il indique ensuite la pratique des opérations sur le terrain, la manière d'exécuter les calculs d'altimétrie (nivellement topographique et nivellement barométrique); il termine par quelques indications sur la manière de rédiger les différentes sortes de levés.

La Motocyclette (théorie, conduite et entretien), par André COGNET. — Une brochure in-8° de 64 pages, avec 7 figures. — Bernard Tignol, éditeur, Paris, 1904. — Prix : 1 fr. 75.

La grande vogue actuelle de la motocyclette, qui semble réunir les avantages de la bicyclette et de l'automobile, donne un intérêt d'actualité à cette brochure spéciale : elle est destinée à épargner au

lecteur l'étude des traités d'automobilisme, en se bornant à lui faire connaître en détail : les moteurs de motocyclette, les carburateurs à pulvérisation, la conduite et le graissage de la machine, enfin les pannes dues aux soupapes, à la compression, à l'allumage et au carburateur.

Essais des matériaux hydrauliques, par H. LE CHATELIER, Ingénieur en chef des Mines, professeur à l'Ecole des Mines et au Collège de France. — Un volume, petit in-8° de 158 pages, avec 2 figures. (*Encyclopédie scientifique des Aide-Mémoire.*) — Gauthier-Villars, éditeur, Paris, 1904. — Prix : broché, 2 fr. 50; cartonné, 3 francs.

L'habitude de plus en plus générale, dans les grandes administrations ou les Compagnies industrielles, de recevoir sur essais les produits hydrauliques, a conduit à approfondir les conditions d'essais de ces produits. L'objet de ce petit volume est, tout en décrivant les essais actuellement les plus usités, d'en signaler les points faibles et de recommander quelques modifications à leur apporter.

M. Le Chatelier passe donc en revue les produits hydrauliques, dont il donne la classification; le mécanisme de leur durcissement; leurs qualités d'emploi; leurs essais physiques et leur analyse chimique; la composition des mortiers d'essais; les essais de résistance et de rapidité de prise; enfin, les essais à l'eau de mer.

Cette question des essais intéresse l'industriel à double titre : d'abord parce que la réception ou la non-réception des produits fabriqués en dépend, et ensuite par l'orientation qu'ils l'obligent à donner à sa fabrication; il convient que des essais mal compris ne viennent pas entraver cette fabrication au lieu de l'améliorer.

INFORMATIONS

Congrès international des Tramways et Chemins de fer d'intérêt local, à Vienne.

Le Congrès biennal de l'Union internationale des Tramways et Chemins de fer d'intérêt local se tiendra à Vienne, du 4 au 8 septembre prochain, sous la présidence de M. Léon Janssens, directeur des Tramways bruxellois. Les discussions auront lieu en français et en allemand.

Parmi les rapports les plus importants, signalons ceux de :

M. PETIT, sur les dispositifs de sûreté contre les accidents produits par la chute de fils télégraphiques sur les fils de tramways électriques;

M. SCHOLTES, sur les divers systèmes de freins pour tramways électriques;

M. PEDRIALI, sur le contrôle des installations électriques et l'entretien des conducteurs aériens;

M. PAVIE, sur l'emploi des voitures remorquées;

M. PFORR, sur le choix du type de courant approprié à la traction électrique d'un chemin de fer d'intérêt local;

M. LUTHLEN, sur la comparaison de la traction électrique et de la traction à vapeur sur les lignes d'intérêt local;

M. ZIFFER, sur les automotrices dans les chemins de fer;

M. BJÖRKEGREN, sur les moyens de prévenir les perturbations, dues au voisinage des lignes électriques, sur les instruments des observatoires et laboratoires, etc.

Divers voyages d'excursion auront lieu du 9 au 12 septembre.

VII^e Exposition internationale de l'Automobile, du Cycle et des Sports.

La VII^e Exposition internationale de l'Automobile, du Cycle et des Sports, organisée par l'Automobile-Club de France, aura lieu à Paris, du 9 au 25 décembre 1904, au Grand-Palais (Champs-Élysées) et dans les Serres de la Ville de Paris (Cours-la-Reine).

L'Exposition sera internationale, et les exposants seront divisés par classes.

Dans chaque classe, une commission de trois membres, nommée par la Commission exécutive, proposera l'admission des exposants.

Ces classes comprendront :

1^{re} classe : Voitures automobiles en tous genres, motocycles et tous véhicules à traction mécanique; Les constructeurs seront seuls admis dans cette classe.

2^e classe : Poids lourds;

La Commission exécutive déterminera les véhicules devant être rangés dans cette classe.

3^e classe : Cycles de tous systèmes;

4^e classe : Commerce d'automobiles. — Cette classe comporte les exposants qui désirent exposer des véhicules de diverses marques dont ils sont revendeurs;

5^e classe : Bandages de roues de voitures automobiles, de motocycles et de cycles;

6^e classe : Châssis, organes mécaniques, pièces détachées, accessoires et fournitures diverses pour automobiles, cycles, etc.;

7^e classe : Moteurs pour automobiles et canots, accumulateurs, matériel de construction et outillage pour la fabrication des automobiles, cycles, etc.;

8^e classe : Carrosserie pour automobiles;

9^e classe : Navigation;

10^e classe : Aérostation;

11^e classe : Applications diverses de l'alcool dénaturé;

12^e classe : Sports divers et tourisme;

13^e classe : Costumes, habillements et équipements pour l'automobile, le cycle et les touristes;

14^e classe : Inventions, applications diverses concernant l'automobile, le cyclisme et les sports;

15^e classe : Bibliographie, photographie, publications, journaux, revues, cartes, etc.

L'Exposition dans les Serres de la Ville de Paris comprendra les classes 2, 7, 9, 10 et 11.

Afin de donner à cette Exposition un éclat tout particulier, le Commissaire général, M. Rives, s'occupe de créer, dans les Serres du Cours-la-Reine, de véritables ateliers de fabrication destinés à initier le public aux phases successives de la construction des voitures automobiles. Des propositions nombreuses lui sont déjà parvenues et il vient d'adresser un appel à tous les industriels susceptibles à cet effet de lui prêter leur concours.

Concours international pour un appareil permettant d'indiquer l'état de charge d'un conducteur électrique.

L'Association des Industriels de France contre les accidents ouvre un Concours pour un appareil destiné à être mis entre les mains de toutes personnes ayant à effectuer des travaux sur des canalisations électriques ou à proximité de celles-ci, de façon à leur permettre de s'assurer d'une manière permanente qu'elles ne courent aucun danger en touchant à ces canalisations.

Cet appareil doit être robuste, d'un transport et d'un maniement faciles; son fonctionnement ne doit pas être troublé par les agents atmosphériques et ses indications doivent toujours être très sûres en tout temps et en toutes circonstances. Mis directement ou indirectement en contact avec un ou plusieurs conducteurs chargés, il ne doit pouvoir occasionner aucun accident pour l'opérateur, l'appareil ou le réseau de distribution. Il doit également s'appliquer aux distributions à courant continu et à courants alternatifs à basse tension et à haute tension, aux canalisations aériennes et souterraines.

Toutefois, l'Association se réserve la faculté d'examiner et de récompenser les appareils qui ne répondraient qu'à une partie du programme.

Les concurrents devront faire parvenir, avant le 31 décembre 1904, au Président de l'Association, 3, rue de Lutèce, à Paris, une notice descriptive très complète de la disposition qu'ils présentent au Concours avec dessin à l'appui. Ils devront tenir prêts lesdits appareils à la date du 1^{er} juin 1905 et les faire parvenir, par leurs soins et à leurs frais, au lieu qui leur sera indiqué, pour les soumettre à tous essais jugés nécessaires.

La Commission fera ensuite son rapport au Conseil de Direction de l'Association, qui pourra décerner un prix de 6 000 francs au candidat placé au premier rang ou diviser cette somme suivant le mérite des appareils.

Le Gérant : H. AVOIRON.

LE GÉNIE CIVIL

REVUE GÉNÉRALE HEBDOMADAIRE DES INDUSTRIES FRANÇAISES ET ÉTRANGÈRES

Prix de l'abonnement par an. — Paris : 36 francs; — Départements : 38 francs; — Étranger et Colonies : 45 francs. — Le numéro : 1 franc.

Administration et Rédaction : 6, rue de la Chaussée-d'Antin, Paris.

SOMMAIRE. — **Expositions :** L'Exposition internationale des Alcools et des Industries de fermentation à Vienne (Autriche), p. 273; G. COUPAN. — **Travaux publics :** Les ponts du Haut-Ogooué dans le Congo français (*planche XVIII*), p. 279; L'-Colonel GISCLARD. — **Chemins de fer :** Essais du frein Westinghouse sur de longs trains de marchandises, p. 282. — **Jurisprudence :** Entente d'ouvriers pour une diminution systématique de travail, p. 283; Louis RACHOU. — **Variétés :** Barrage et réservoirs en béton armé, à Ithaca (États-Unis), p. 284; — Réfrigérant tubulaire à circulation

d'eau, pour brasseries, p. 284; — Le fonctionnement des broyeurs à boulets, p. 285.

SOCIÉTÉS SAVANTES ET INDUSTRIELLES : Académie des Sciences (16 août 1904), p. 286. — **BIBLIOGRAPHIE :** Revue des principales publications techniques, p. 286; — Ouvrages récemment parus, p. 288. — **INFORMATIONS :** X^e Congrès international de Navigation, à Milan, en 1905, p. 288; — École nationale supérieure des Mines. Liste des élèves ayant obtenu le diplôme supérieur d'Ingénieur civil des Mines, p. 288.

Planche XVIII : Pont sur la rivière de Labam, dans le Haut-Ogooué.

EXPOSITIONS

L'EXPOSITION INTERNATIONALE

des Alcools et des Industries de fermentation à Vienne (Autriche).

L'utilisation industrielle de l'alcool est devenue, depuis quelques années, une des principales préoccupations des gouvernements européens; si, en effet, ce produit, simplement dénaturé ou enrichi à l'aide

ment beaucoup plus sans apporter de changements notables aux procédés actuels d'exploitation du sol; il serait donc du plus haut intérêt que l'industrie générale et la masse du public pussent arriver à ouvrir à l'alcool un débouché plus vaste que celui qui lui a été offert jusqu'à ce jour par l'industrie chimique, en le substituant, au moins partiellement, aux pétroles lourds ou légers si abondamment employés à l'heure actuelle.

En Allemagne, où le mouvement a pris naissance, la production et la consommation industrielles de l'alcool se sont rapidement développées, sans que, si l'on s'en rapporte aux statistiques, la consommation



FIG. 1. — EXPOSITION INTERNATIONALE DES ALCOOLS, A VIENNE : Vue de la porte ouest de la Rotonde du Prater, prise pendant l'inauguration.

de carbures très volatils possédant une chaleur de combustion considérable, pouvait être employé assez économiquement comme agent d'éclairage, de chauffage ou comme source d'énergie mécanique, il permettrait de détourner au profit de l'agriculture et de l'industrie de la plupart des pays d'Europe les énormes capitaux dépensés pour l'importation du pétrole. Tous les arguments qui ont été mis en avant au cours de la récente campagne menée en France en faveur de l'alcool industriel sont encore présents à la mémoire de nos lecteurs, et il est inutile de les exposer à nouveau. La situation est, d'ailleurs, facile à caractériser : l'agriculture et l'industrie agricole produisent une quantité considérable d'alcool, et pourraient en produire aisément

de bouche ait augmenté d'une façon sensible. L'empire germanique est, d'ailleurs, au point de vue de la production de l'alcool, dans une situation agricole et économique particulièrement favorable, dont n'ont peut-être pas suffisamment tenu compte les États qui ont voulu le suivre dans cette voie. Quoi qu'il en soit, d'ailleurs, les résultats obtenus par nos voisins étaient fort intéressants; les missions françaises envoyées en Allemagne dès 1897, par M. Viger, puis, plus tard, par M. Méline, tous deux ministres de l'Agriculture, firent cesser les dernières hésitations, et l'on demeura dès lors convaincu de la possibilité de suivre, en France, l'exemple des Allemands, et d'introduire dans notre pays l'usage industriel de l'alcool.

L'Administration de l'Agriculture, sous le Ministère de M. Jean Dupuy, organisa deux concours suivis d'expositions qui devaient servir à constater officiellement la valeur du matériel fourni par l'industrie, et à prouver au public qu'on pouvait se servir de l'alcool produit en France. Le premier concours, ouvert en décembre 1901, fut exclusivement national; il démontra que l'industrie française spéciale avait dès sa naissance atteint un degré de perfection suffisant pour que ses produits pussent, sans crainte, entrer en concurrence avec ceux de l'étranger. Aussi le deuxième concours, organisé dès le mois de mai 1902, par le Ministère de l'Agriculture, fut-il, cette fois, international; l'industrie française y remporta une victoire des plus brillantes. Pour les résultats généraux des essais et expériences et la description du matériel, nous renvoyons le lecteur aux articles que M. Guérin (1) et nous-même (2) avons publiés à ces deux époques, dans le *Génie Civil*.

La possibilité de l'emploi industriel de l'alcool étant ainsi démontrée, il fallait encore prouver, point plus délicat, la possibilité de produire l'alcool dans des conditions de prix suffisamment modérées. M. Léon Mougeot, ministre actuel de l'Agriculture réunit, en mars 1903, sous la présidence de M. Viger, un grand congrès international d'études économiques, qui s'occupa, en particulier, des mesures légales propres à favoriser l'emploi de l'alcool.

Depuis lors, ces études ont été poursuivies dans les différents États,

docteur Erhard, directeur de l'Exposition, et de M. le docteur Weissenstein, secrétaire. La décoration générale fut exécutée d'après les plans de M. le professeur Fabiani, architecte en chef, et la surveillance ainsi que la vérification des travaux furent confiées à M. Leinweber, Ingénieur en chef, et à M. Wildfeuer, Ingénieur.

L'Allemagne, la France et la Russie, c'est-à-dire, en dehors de l'Autriche, les trois pays dans lesquels les emplois industriels de l'alcool ont reçu la plus grande extension, avaient été officiellement invitées à participer à l'Exposition, et s'étaient empressées de répondre à l'appel du Gouvernement autrichien; quelques constructeurs belges et italiens y ont également figuré.

La part si active que le Ministère de l'Agriculture de France avait prise au développement des applications de l'alcool avait décidé le Gouvernement autrichien à faire une démarche auprès de M. Léon Mougeot, pour qu'il prit en mains l'organisation de la section française. M. Mougeot accepta à la fois cette tâche et la présidence d'honneur de l'Exposition, et choisit comme président de la section M. Viger, ancien ministre de l'Agriculture, qui, le premier, avait provoqué, en France, l'étude des applications industrielles de l'alcool. M. Gustave Rives, architecte, président de la Commission exécutive de l'Automobile-Club, fut désigné comme commissaire général, et à M. Georges Famechon, ancien commissaire général de la course du

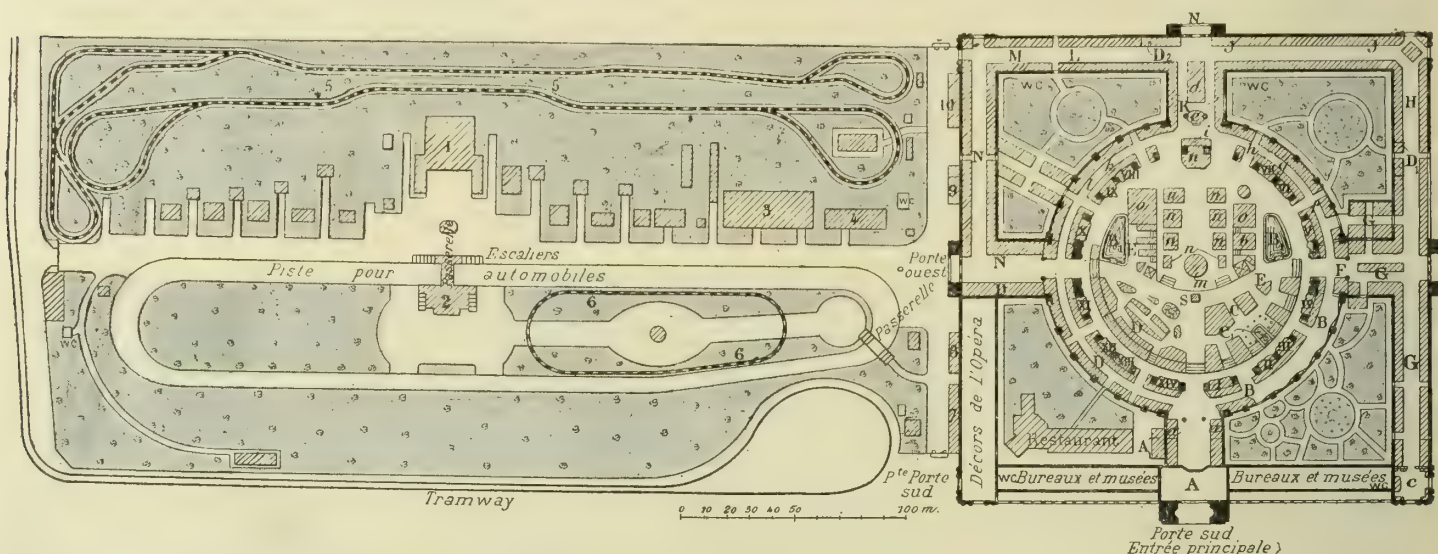


FIG. 2. — Plan d'ensemble de l'Exposition internationale des Alcools, à Vienne, et de la piste pour automobiles.

A, entrée principale; — A₁, commissariat français; — B, section russe; — B₁, bassins; — C, éclairage et chauffage (Allemagne); — C₁, cascade (Allemagne); — D, section française: éclairage, chauffage, produits chimiques, automobiles, brasserie, vins et vinaigres, etc.; — D₁, section française: moteurs fixes; — D₂, section française: distillerie; — E, section autrichienne: éclairage et chauffage; — F, industrie alcoolique; — G, moteurs et machines-outils; — H, malterie; — J, brasserie; — K, exposition agricole; — L, distillerie; — M, vinaigrerie, amidonnerie, levures; — N, automobiles; — S, statue colossale de l'empereur François-Joseph; — a, colonnes à distiller; — b, jouets de Nuremberg; — c, salle de conférences; — d, Institut de fermentations (Berlin); — e, bureau de la Commission autrichienne; — f, exposition collective de la Galicie et de la Moravie; — g, chimie et parfumerie; — h, appareils scientifiques; — i, Matériel de cave; — k, instruments de laboratoire; — l, produits de fermentation; — m, pavillon de la musique; — n, pavillons de dégustation; — o, matériel des industries de fermentation; — I, laboratoire russe; — II, III, VI et VII, Allemagne: éclairage et chauffage; — VIII, exposition collective de mécanique de précision; — X, pavillon de la ville de Vienne; — XI, France: alcools et produits de consommation; — XII, France: École supérieure des Industries agricoles de Douai; — XIII, France: sociétés sportives; — XIV, France: Institut Pasteur; — 1, théâtre; — 2, café; — 3, exposition de la Hongrie; — 4, exposition militaire allemande; — 5, chemins de fer monorails; — 6, trains fonctionnant à l'alcool; — 7, postes télégraphiques, téléphones; — 8, bureaux; — 9, poste de police; — 10, pompiers;

notamment, d'une part, en Allemagne, sous l'impulsion du gouvernement impérial et de la puissante association connue sous le nom de Centralspiritus; d'autre part, en France, sous le patronage du Ministère de l'Agriculture: il nous suffira, à ce sujet, de rappeler les recherches de M. Ringelmann sur l'emploi de l'alcool dans les moteurs, et les études du regretté M. Ernest Sorel sur les phénomènes de carburation et de combustion.

L'Autriche-Hongrie, dont les vastes territoires se prêtent si bien à la production de l'alcool, a suivi l'exemple donné par l'Allemagne et par la France. L'Administration industrielle de la Basse-Autriche (Niederoesterreichische Gewerbeverein), convaincue qu'en Autriche comme dans les autres pays il fallait frapper l'imagination des masses par une manifestation grandiose, résolut d'organiser, à Vienne, une exposition internationale; sa proposition obtint l'approbation et l'appui du Gouvernement impérial-royal.

L'Exposition fut placée sous le haut patronage de S. A. I.-R. l'archiduc François-Ferdinand, et sous la présidence d'honneur de MM. le baron de Call et le docteur Baernreither, pour l'Autriche; de M. Léon Mougeot, pour la France; de M. le comte Posadowski, pour l'Allemagne, et du prince Obolensky, pour la Russie. La présidence de l'Exposition fut attribuée au docteur Exner, ancien Commissaire général de la section autrichienne à l'Exposition universelle de 1900, assisté d'une Commission exécutive composée de M. Auguste Denk, président de l'Association industrielle de la Basse-Autriche, de M. le

Circuit du Nord, furent dévolues les fonctions de secrétaire général de la section.

Le Ministère des Travaux publics autrichien avait mis à la disposition de l'Association industrielle de la Basse-Autriche, pour y installer l'Exposition, les bâtiments de la Rotonde du Prater, comportant environ 25 000 mètres carrés de surface couverte, ainsi qu'un parc de 8 hectares attenant à la Rotonde.

Comme on peut s'en rendre compte en jetant un coup d'œil sur le plan général de l'Exposition (fig. 2), la Rotonde est constituée par un bâtiment de forme carrée sur les quatre côtés duquel règnent de larges galeries; à l'intérieur de ce carré s'élève la rotonde proprement dite, composée elle-même d'une galerie circulaire à colonnades, et d'une piste également circulaire; quatre transepts réunissent la galerie circulaire aux galeries extérieures. Les espaces compris, aux quatre angles du bâtiment, entre les galeries extérieures, les transepts et la galerie circulaire, sont occupés par de jolis jardins; dans l'un d'eux celui compris entre les faces sud et ouest, est installée une vaste salle de restaurant, à l'est duquel on avait construit, pour la circonstance, un pavillon contenant les bureaux du Commissariat français.

L'Exposition occupait, dans la Rotonde, la moitié nord de la galerie ouest, les galeries nord et est en totalité, les quatre transepts et la partie centrale. L'aménagement des galeries extérieures et des transepts n'avait nécessité aucun travail spécial; sur la piste intérieure de la Rotonde, dont le sol se trouve en contre-bas de la galerie circulaire, on avait installé une estrade surélevée, de plain-pied avec le plancher du transept nord, et prolongant en quelque sorte ce dernier vers l'entrée principale, située elle-même à la porte sud du bâtiment. En

(1) Voir le *Génie Civil*, t. XL, n° 6, p. 88, et n° 7, p. 104; t. XLI, n° 7, p. 103.

(2) Voir le *Génie Civil*, t. XL, n° 5, p. 69, et t. XLI, n° 8, p. 117.

avant de cette estrade, qui communiquait par deux escaliers avec le sol naturel, se dressait une statue colossale de S. M. l'empereur François-Joseph; de chaque côté des bassins pourvus de jets d'eau alimentés par des moto-pompes à alcool; enfin, sur l'estrade même, se dressaient un kiosque à musique ainsi que de nombreux pavillons où le public pouvait déguster les produits alcooliques des différentes nations participant à l'Exposition. Entre les piliers de la colonnade intérieure de la galerie circulaire, des pavillons clos avaient été aménagés pour les expositions spéciales, ainsi que des salons de repos luxueusement éclairés.

Le parc attenant à la Rotonde avait été divisé en deux parties à peu près égales par une large allée ayant même axe que les transepts est et ouest. On avait établi au sud de l'allée une grande piste pour automobiles, que le public pouvait franchir au moyen de deux passerelles donnant accès à deux cafés, ainsi qu'à une petite ligne de chemin de fer à voie étroite sur laquelle circulait un train remorqué par une locomotive à alcool. Du côté nord, au contraire, se dressaient de nombreux pavillons isolés, abritant un théâtre, des expositions particulières, des bars, etc.; deux de ces pavillons, plus importants, étaient réservés: l'un à l'exposition du royaume de Hongrie, l'autre au maté-

Inaugurée, avec un léger retard, le 21 avril 1904, par S. A. I.-R. l'archiduc François-Ferdinand d'Este, l'Exposition s'est prolongée jusqu'au 12 juin suivant, et, grâce aux efforts faits par la Commission autrichienne pour attirer et intéresser le public, sa réussite a été beaucoup plus complète que son caractère très spécial n'avait permis de l'espérer.

Nous allons passer rapidement en revue les différentes sections et les divers groupes.

SECTION AUTRICHIENNE. — La section autrichienne était, on le conçoit sans peine, la plus importante comme étendue et comme nombre de machines exposées. Bien que les Autrichiens ne se soient lancés qu'assez récemment dans la voie des applications industrielles de l'alcool, ils ont profité des expériences faites par leurs rivaux étrangers; aussi, les machines qu'ils ont présentées sont-elles bien construites et semblent-elles devoir donner, autant qu'on en peut préjuger en l'absence d'essais comparatifs, des résultats satisfaisants.

L'exposition des moteurs fixes et locomobiles, installée dans la galerie est, était notamment d'un réel intérêt; il ne s'y rencontrait pourtant aucun type nouveau, et tous les modèles présentés se rap-



FIG. 3. — EXPOSITION INTERNATIONALE DES ALCOOLS, A VIENNE : Départ d'une course d'automobiles.

riel automobile de l'armée allemande. En arrière de ces pavillons se trouvaient deux lignes de chemins de fer monorails.

Toutes les constructions, ainsi que les compositions décoratives, tant à l'intérieur de la Rotonde que dans le parc, avaient été conçues en style moderne, à l'exception toutefois des parties dont les sections russe et française s'étaient réservé l'établissement.

Les différentes nations participant à cette manifestation en faveur de l'alcool y avaient consacré des dotations très importantes. Indépendamment de l'Autriche-Hongrie, qui avait évidemment les plus fortes dépenses à supporter, la Russie disposait d'environ 800 000 francs, l'Allemagne, de 400 000 francs. Le Ministère de l'Agriculture français n'avait demandé au Parlement qu'un crédit de 120 000 francs; malgré la modicité de cette dotation, la section française a obtenu un vif succès et les nombreux visiteurs qui en ont admiré la décoration ont pu se convaincre que notre vieille réputation de bon goût et de distinction était toujours amplement justifiée.

portaient aux types déjà connus, couramment construits en France et en Allemagne. Nous y avons remarqué toutefois un carburateur à distribution mécanique, formé d'une pompe avec piston à course variable et dépendant du régulateur. Ce dispositif est recommandable en principe, et nous aurions désiré pouvoir en donner une description même succincte, aux lecteurs du *Génie Civil*; malheureusement, le constructeur, dont les brevets n'étaient pas encore définitivement accordés, n'a pas cru devoir donner au jury des explications détaillées sur l'appareil.

Le groupe autrichien d'éclairage et de chauffage, voisin du même groupe de la section allemande, comportait également un assez grand nombre de lampes, poêles et réchauds de puissances variables, qui se rapprochent beaucoup des types construits et employés en Allemagne.

La construction des automobiles, récemment introduite en Autriche, se développe rapidement, et plusieurs maisons exposaient

des véhicules qui, sans avoir encore le cachet et le fini des machines françaises, paraissent posséder, néanmoins, de sérieuses qualités de résistance, point important pour cette contrée où les routes sont loin d'être aussi favorables à l'automobilisme que celles de notre pays.

Le groupe de la distillerie, de l'amidonnerie, de la brasserie et des industries agricoles annexes était fort remarquable. Ces industries sont, d'ailleurs, depuis fort longtemps implantées en Autriche, et leur matériel spécial, construit dans l'empire austro-hongrois, s'est acquis une juste réputation. L'agriculture proprement dite était représentée par des machines agricoles construites pour la plupart en Hongrie, ainsi que par de beaux échantillons des matières premières utilisées dans les industries de fermentation. Cette exposition, très heureusement distribuée, était divisée en huit catégories : 1° essais agricoles, contrôle des semences, semences et plantes provenant des diverses provinces de l'empire ; 2° échantillons de maïs et de seigle, ustensiles et machines propres à leur récolte, leur manipulation et à leur conservation, insectes nuisibles et maladies, statistique de la production ; 3° orge, mêmes sous-divisions ; 4° houblon, échantillons, instruments spéciaux, documents relatifs à la culture, statistique ; 5° modèles et dessins des machines pour la dessiccation des pommes de terre ; 6° pommes de terre et betteraves, échantillons et procédés de culture, de récolte et de manipulation, insectes nuisibles et maladies, statistique ; 7° engrais naturels et artificiels ; 8° essais et méthodes d'engraissement du bétail, procédés de contrôle.

A citer aussi, d'une part, la belle exposition collective de la grande industrie alcoolique, installée dans un élégant pavillon en style nouveau, au centre duquel se dressait une figure allégorique, d'ailleurs bizarre, symbolisant la flamme de l'alcool, et, d'autre part, dans l'exposition de la maison Springer, une grande composition artistique représentant la distillerie.

Pour la féculerie et l'amidonnerie, la section autrichienne avait réuni un grand nombre d'échantillons de matières premières et de produits, des photographies et des dessins d'installations, des types de laboratoires d'analyses, etc.

L'exposition de brasserie et de malterie était également des plus intéressantes ; on y trouvait de nombreux échantillons de matières premières, des plans et photographies de brasseries et de malteries, des appareils, etc.

L'académie autrichienne de brasserie avait, elle-même, pris part à l'exposition, avec des documents statistiques et bibliographiques, un laboratoire de chimie et un laboratoire de physiologie spécialisée pour l'étude des levures.

Nous signalerons encore l'exposition des vinaigriers autrichiens, le matériel de cave, les machines à remplir, boucher, capsuler et étiqueter les bouteilles, etc. Les pavillons de dégustation, où l'on ser-

vait au public des bières d'excellente qualité, méritent aussi une mention spéciale.

Exposition hongroise. — Indépendamment des machines exposées dans la section autrichienne, les constructeurs hongrois d'appareils de distillerie s'étaient réunis pour installer, dans un des pavillons du parc, une distillerie modèle ; on trouvait également dans cette exposition plusieurs types intéressants de machines agricoles, des chemins de fer pour le transport des denrées agricoles, des élévateurs pour wagons, etc.

SECTION ALLEMANDE. — L'exposition allemande avait été organisée sous le patronage de l'empereur d'Allemagne et avec le concours de la Berliner Zentrale für Spiritusverwertung, sous la direction de M. le baron de Pudlitz, bien connu de tous ceux qui se sont occupés du développement de l'industrie alcoolique de l'autre côté du Rhin. La Centrale allemande avait installé un salon fort élégant, éclairé à l'alcool, où figurait, au milieu d'intéressants graphiques destinés à faire

ressortir la décroissance de la consommation de bouche et l'augmentation prodigieuse de l'utilisation industrielle de l'alcool dans l'Empire, un portrait de S. M. Guillaume II sur lequel, en témoignage du haut intérêt qu'il porte à la production et à l'utilisation de l'alcool de pommes de terre, le monarque allemand avait ajouté une inscription autographe rappelant que « si les sources minérales dont nous tirons la chaleur et le mouvement peuvent se tarir un jour, le soleil concentre dans la pomme de terre une réserve inépuisable de lumière et d'énergie ». L'empereur d'Allemagne avait également envoyé à Vienne une section du train chargée de faire fonctionner, sous la conduite d'officiers de choix, un train remorqué par un tracteur à alcool, ainsi qu'un projecteur automobile mû par un moteur à alcool.

Indépendamment de cette exposition officielle, les industriels allemands avaient organisé une très belle exposition de moteurs, d'automobiles, d'appareils d'éclairage, de pro-

duits chimiques, et de produits de consommation.

Les moteurs occupaient la galerie est et une petite annexe construite dans le jardin nord-est ; les principaux types, d'ailleurs bien connus, employés en Allemagne, y figuraient et servaient, comme dans toutes les expositions, à actionner des dynamos, des pompes, des scies à ruban, des locomobiles, des machines à battre, etc. Nous n'avons remarqué dans ce groupe aucun type nouveau.

Les principales fabriques d'automobiles avaient envoyé à Vienne un certain nombre de véhicules, de types déjà connus et appréciés ; nous signalerons pourtant une automobile aménagée pour le transport du lait.

Le groupe d'éclairage et de chauffage se trouvait, au contraire, dans la piste centrale et occupait la majeure partie du quadrant compris entre les transepts sud et est. Les différentes expositions étaient ins-



FIG. 4. — Entrée du groupe des automobiles de la section française.

tallées dans des boutiques ouvertes, en style moderne assez élégant, groupées autour d'une cascade artificielle fonctionnant à l'aide d'une moto-pompe à alcool. L'ensemble de cette exposition était d'un aspect agréable, bien que l'exiguïté de l'emplacement disponible eût obligé à trop rapprocher les boutiques. Le matériel exposé, consistant en lampes, réchauds, fers à repasser et à souder, et en une grande quantité de petits appareils accessoires, était de bonne qualité; on n'y trouvait qu'en petit nombre ces articles à bas prix dont l'Allemagne inonde volontiers les marchés étrangers; c'étaient surtout des objets capables de faire un service durable, souvent surchargés d'ornements, mais dont les prix permettraient parfaitement à nos industriels nationaux de faire concurrence aux Allemands en Autriche. La seule particularité à signaler dans ce groupe est la diminution notable du nombre de lampes fonctionnant par veilleuse, et la prédominance des systèmes à récupération.

Une des parties les plus intéressantes de la section allemande était l'exposition de l'Institut de fermentation de Berlin, organisée par le professeur Delbrück; elle comprenait vingt-quatre grandes vitrines, surmontées, aux angles, de dômes abritant les bustes des savants qui ont le plus contribué aux progrès des méthodes de fermentation, tels que Théodore Schwann, Kiepert, Maerker, et du docteur Thill, directeur au Ministère de l'Agriculture. Les différentes sections de l'Institut avaient collaboré à l'œuvre commune, station agronomique, section d'amidonnerie et féculerie, section d'étude des levures, de brasserie, de vinaigrerie, etc., laboratoires d'analyses; elles avaient exposé des échantillons de matières premières et de produits, des modèles, photographies ou dessins d'appareils et bâtiments, notamment des magasins à blé.

Une maison bavaoise avait exposé une installation complète de brasserie, comportant les plus récents perfectionnements.

Les dimensions des appareils constituant cette brasserie étaient colossales: la contenance de la cuve-matières était de 560 hectolitres et celle de la chaudière à réchauffer les trempes atteignait 285 hectolitres. Ces appareils n'ont pu être transportés que par eau.

On trouvait également, dans la section allemande, une exposition collective des parfumeurs et des produits chimiques variés à base d'alcool.

Enfin, dans la catégorie des alcools et autres produits de consommation, des liqueurs, des bières, des vinaigres, etc.; la section comportait également un pavillon de dégustation.

Nous signalerons, pour terminer, de forts jolis jouets de Nuremberg fonctionnant à l'alcool, tels que machines à vapeur, moteurs à alcool, et même des cuirassés, croiseurs, torpilleurs et sous-marins qui, par leurs évolutions sur le bassin est, émerveillaient les nombreux enfants qui visitaient l'Exposition.

SECTION RUSSE. — L'exposition russe, placée dans la galerie circulaire, quadrant sud-est, avait un caractère très différent des autres, par la simple raison que la fabrication des alcools rectifiés est un monopole d'Etat. C'était donc une exposition entièrement officielle. Les statistiques exposées montraient qu'en 1902, le monopole avait produit, dans les 71 districts où il avait fonctionné, une somme totale de 488 millions de roubles; les dépenses s'élevant à environ 142 millions, il est donc résulté, pour le Gouvernement, un bénéfice de 346 millions de roubles.

L'exposition consistait en appareils à rectifier l'alcool, en appareils de mesure, et en une série de machines automatiques pour la mise en bouteilles; y figuraient également les modèles des différents flacons dont fait usage l'administration russe. Le public pouvait d'ailleurs acheter des échantillons d'eau-de-vie russe (wodka) dans un pavillon spécial situé auprès du pavillon de dégustation français. Un des intérieurs construits entre les colonnes de la galerie circulaire était aménagé en laboratoire complet pour l'analyse des alcools.

L'entrée principale de la section russe se trouvait à la jonction de la galerie circulaire et du transept sud; le commissariat russe y avait édifié une porte monumentale, en style néo-byzantin polychrome, très originale et d'un grand effet décoratif.

SECTION FRANÇAISE. — L'emplacement attribué à la section française comprenait tout le quadrant sud-ouest de la rotonde, plus le bord sud du transept ouest, et de petites superficies dans les galeries est (moteurs fixes) et nord (distillerie).

Le groupe moteurs présentait un caractère particulier: le matériel des différents constructeurs participants avait été réuni dans un même stand, en même temps qu'une série d'appareils de mesures, de façon à constituer un laboratoire temporaire, dénommé *Laboratoire d'essais du Commissariat général français*, et subventionné par le Ministère de l'Agriculture, l'Automobile-Club, ainsi que par la Chambre syndicale du Cycle et de l'Automobile. Il était placé sous la direction de M. Lucien

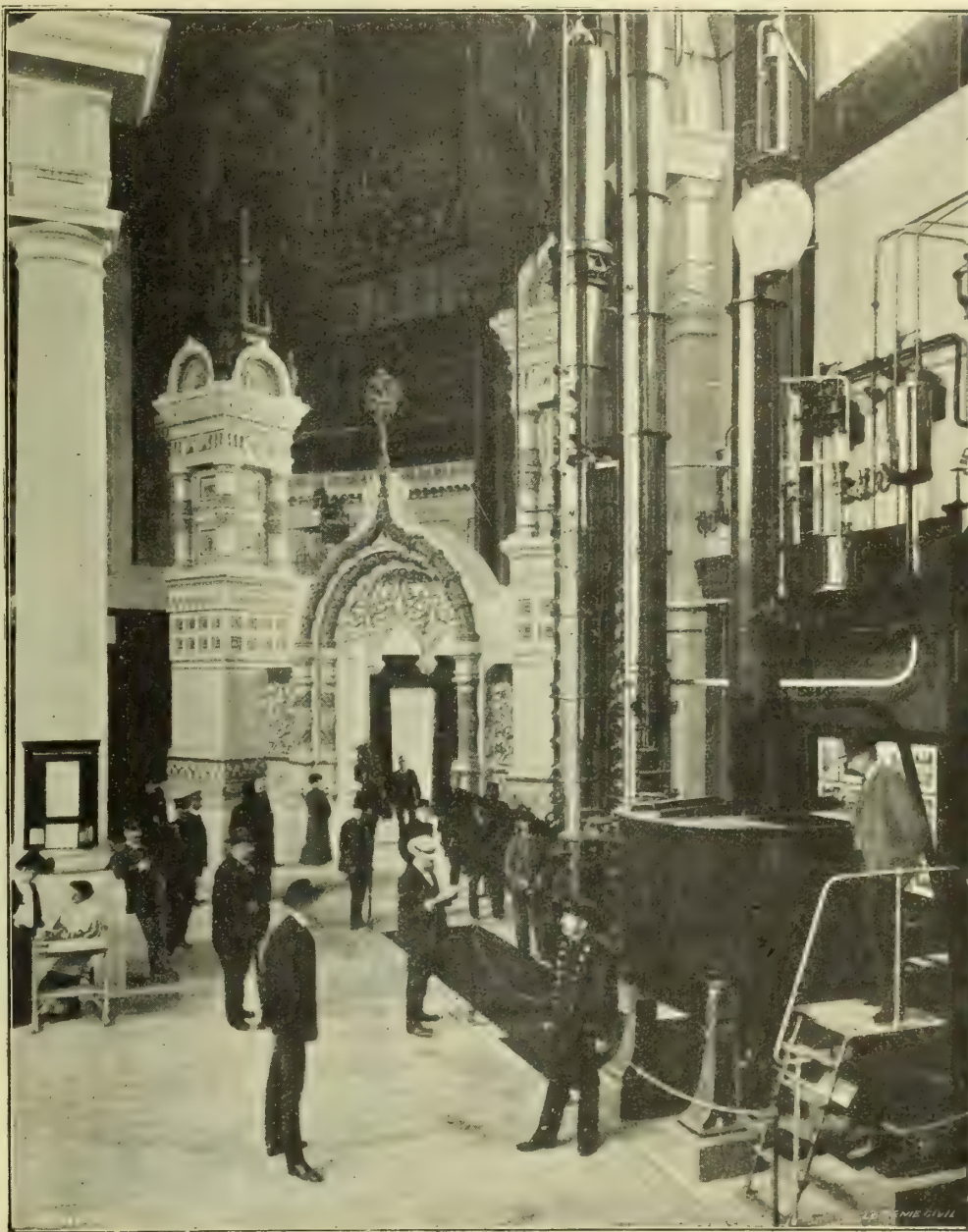


Fig. 5. — Porte d'entrée de la section russe.

Périssé, Ingénieur des Arts et Manufactures. Le but de cette installation était de permettre la comparaison, au point de vue de leur utilisation dans les moteurs, des différents types d'alcools dénaturés employés dans les principaux états européens; M. Périssé s'est livré, pendant l'Exposition, à une série de recherches dont les résultats ne sont pas encore publiés.

Le Ministère de l'Agriculture avait installé, à côté de ce laboratoire, un salon dans lequel figuraient les résultats des essais effectués par M. Ringelman, à la station d'essais de machines, lors des deux Concours de 1901 et 1902; on trouvait, en outre, dans ce salon, les photographies de tous les moteurs et de toutes les automobiles soumis aux essais par cette station pour les mêmes circonstances.

L'exposition des automobiles occupait toute la galerie circulaire, entre les transepts sud et ouest, ainsi que le bord sud de ce dernier

transept. Ce fut la partie la plus importante et la plus visitée de notre section ; il faut d'ailleurs reconnaître que nos constructeurs avaient fait un effort remarquable pour cette exposition. La plupart de nos grandes maisons d'automobiles avaient répondu à l'appel du commissariat français. Beaucoup d'autres, sans figurer dans la section française, exposaient néanmoins par l'intermédiaire de leurs représentants en Autriche. Faute d'un emplacement suffisant dans la galerie circulaire dans le transept ouest, on avait dû édifier, au-dessus des escaliers reliant la galerie à la piste intérieure, un plancher sur lequel ont été installées plusieurs voitures d'un train, système du colonel Renard, un modèle réduit du ballon dirigeable de M. Deutsch de la Meurthe, les expositions de la presse automobile et sportive, ainsi que les premiers modèles des véhicules automobiles construits en France.

L'entrée de la classe des automobiles était décorée par une porte monumentale dont la maquette avait été dessinée par M. Jambon ; elle se trouvait à la jonction de la galerie circulaire et du transept sud, vis-à-vis, par conséquent, de la porte russe.

Les expositions d'éclairage et de chauffage se trouvaient à l'intérieur d'un pavillon complètement clos en style Trianon, blanc et or, d'une

avait été faite sous la direction de M. Fernbach, assisté de M. Wolf, chef de laboratoire à l'Institut Pasteur.

Le pavillon des sociétés sportives contenait l'exposition de l'Automobile-Club et de la Société Générale Automobile, ainsi que les belles photographies, les cartes et les signes indicateurs du Touring-Club de France.

Le pavillon du Ministère de l'Agriculture renfermait, outre une bibliothèque très bien fournie relative aux questions alcooliques, l'exposition de l'École nationale des Industries agricoles de Douai (nombreux appareils utilisés dans les industries agricoles, tableaux, photographies, vitrines pour les matières premières et les produits fabriqués dans l'école même par les élèves, qui reçoivent à l'école une instruction à la fois scientifique et pratique).

Dans le quatrième pavillon avaient été réunis les vins, cidres et liqueurs diverses exposés par des particuliers ou des collectivités.

On trouvait en outre, entre la colonnade circulaire et le pavillon de la lumière, l'exposition collective des brasseurs français, celle des vinaigriers d'Orléans, ainsi qu'une très importante exposition de parfums et de produits chimiques ou pharmaceutiques.

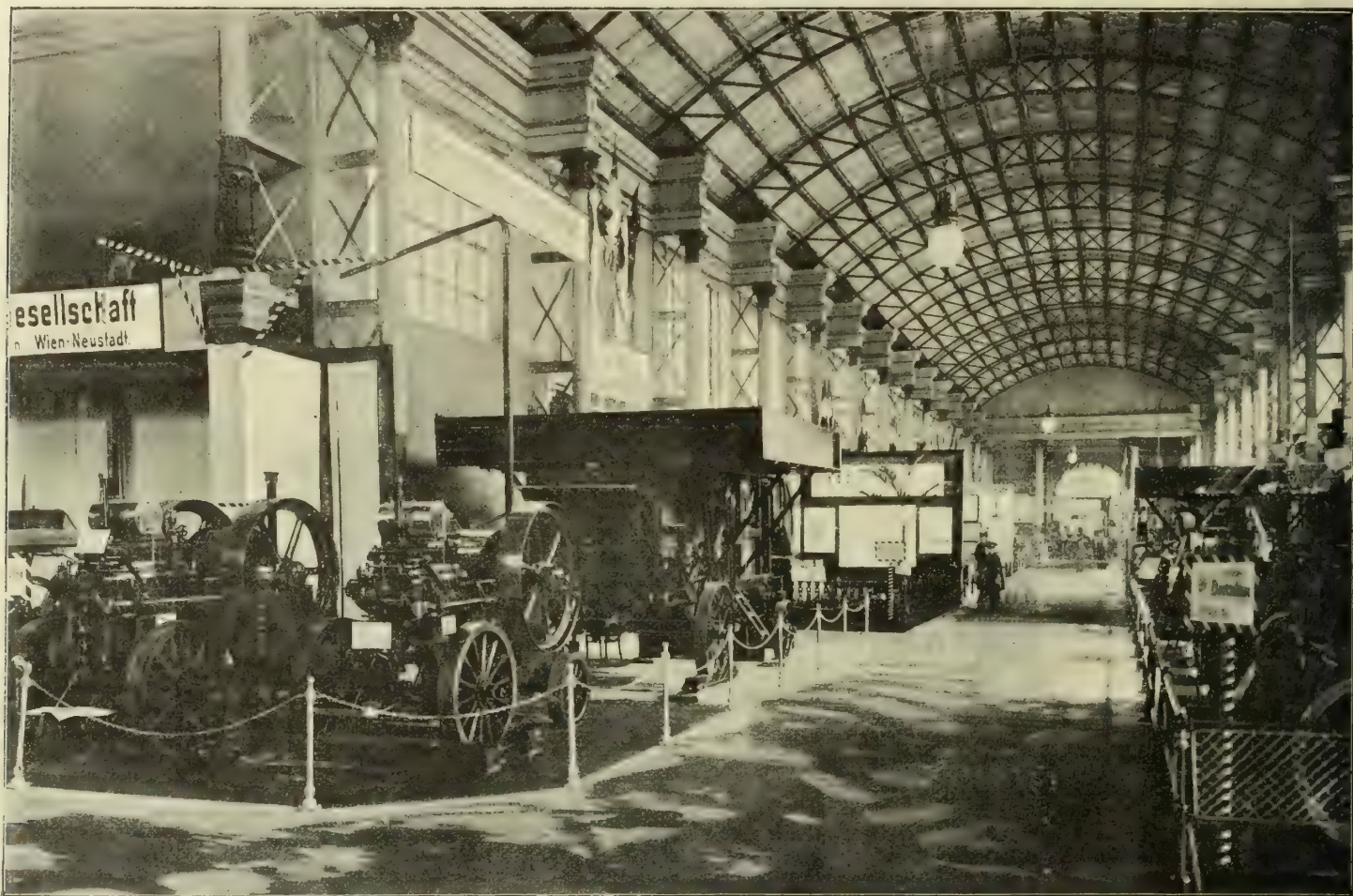


FIG. 6. — EXPOSITION INTERNATIONALE DES ALCOOLS, A VIENNE : Groupe de moteurs fixes.

architecture délicate, due également à M. Jambon ; ce pavillon, édifié sur la piste centrale, était entouré de petits jardins, et près de lui se dressait un phare éclairé par une puissante lampe à alcool. Tous les appareils exposés dans cette section sont connus, et ne comportaient, d'ailleurs, aucune disposition nouvelle.

La classe de la distillerie était installée dans la galerie nord ; elle consistait en plans et tableaux représentant des types de distilleries agricoles. Dans la partie centrale, et près du pavillon de l'éclairage, figuraient de très jolis modèles réduits des appareils de distillation les plus employés en France, des appareils de laboratoire pour l'analyse des vins et des alcools, etc. Plusieurs constructeurs français exposaient dans la section autrichienne par l'intermédiaire de leurs représentants.

Les quatre intérieurs compris dans les limites de la section française étaient occupés par l'Institut Pasteur, les expositions des sociétés sportives françaises, le Ministère de l'Agriculture et les expositions collectives des produits de consommation.

L'exposition de l'Institut Pasteur consistait en un laboratoire pour l'étude de la fermentation alcoolique et pour l'analyse des alcools. On y avait placé un remarquable buste du grand savant et un panneau sur lequel étaient inscrites ses plus belles découvertes. L'installation

A signaler enfin la belle exposition de la « Soie artificielle » procédé de Chardonnet.

EXPOSITION INTERNATIONALE D'AUTOMOBILES. — Cette exposition occupait la galerie ouest et une partie du transept ouest. Y avaient surtout pris part les représentants des principales maisons de France et d'Allemagne, ainsi que quelques maisons italiennes et belges.

Telle a été, dans ses grandes lignes, l'Exposition internationale des Alcools de Vienne. Le nombre total des exposants était environ d'un millier, parmi lesquels 250 français. Notre participation était donc importante par le nombre des exposants. Elle l'a été également par la qualité des produits, puisque sur 200 grands prix décernés, 68 ont été attribués à la France. En outre cinq objets d'art ont été décernés au Ministère de l'Agriculture, à l'École nationale des Industries agricoles, à l'Institut Pasteur, à l'Automobile-Club de France et à la Société technique pour l'emploi industriel de l'alcool.

G. COUPAN,

Ingenieur-Agronome,
Commissaire technique de la Section française
à l'Exposition des Alcools de Vienne.

PONT SUR LA RIVIÈRE DE LABAM, DANS LE H^T OGÓOUE

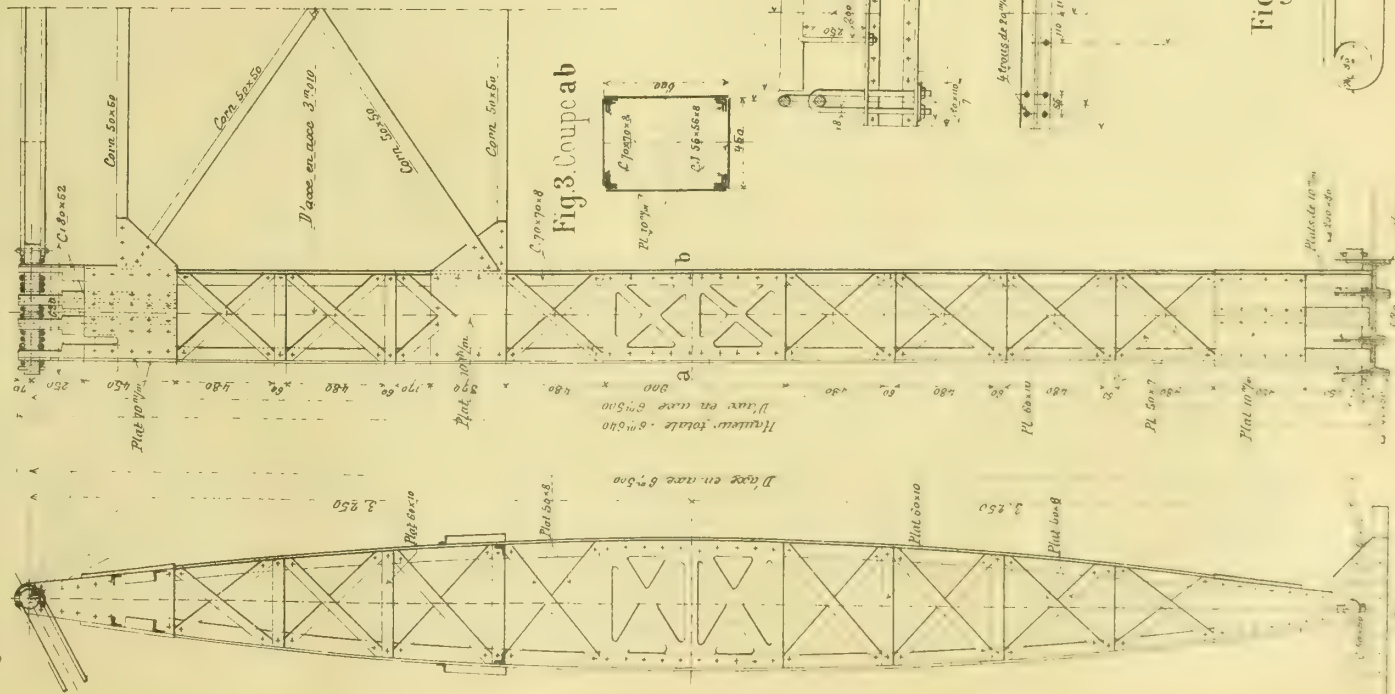
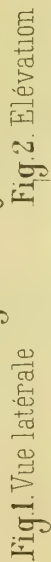


Fig. 1 à 3. Pylônes.

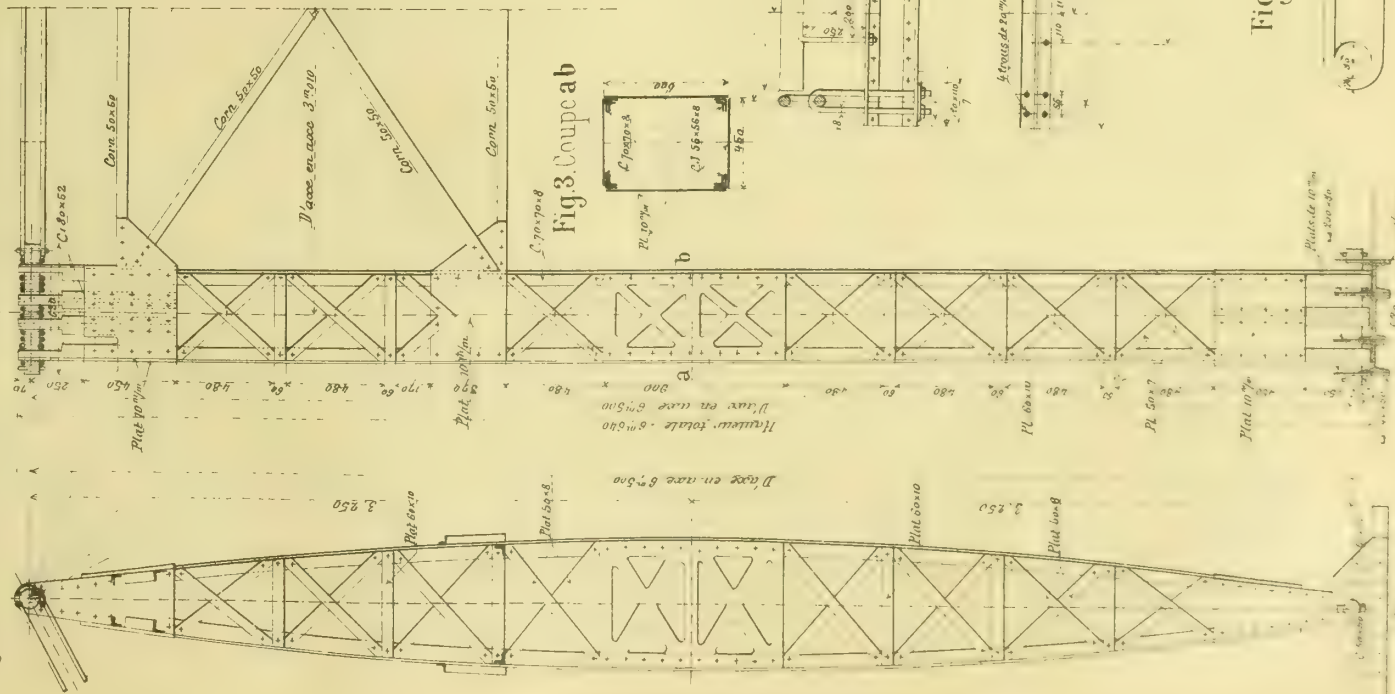
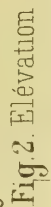


Fig. 9. Friers des câbles

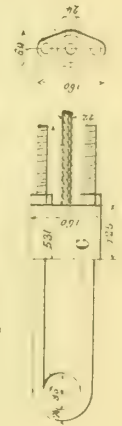


Fig. 10. Filtier et culot du câble t

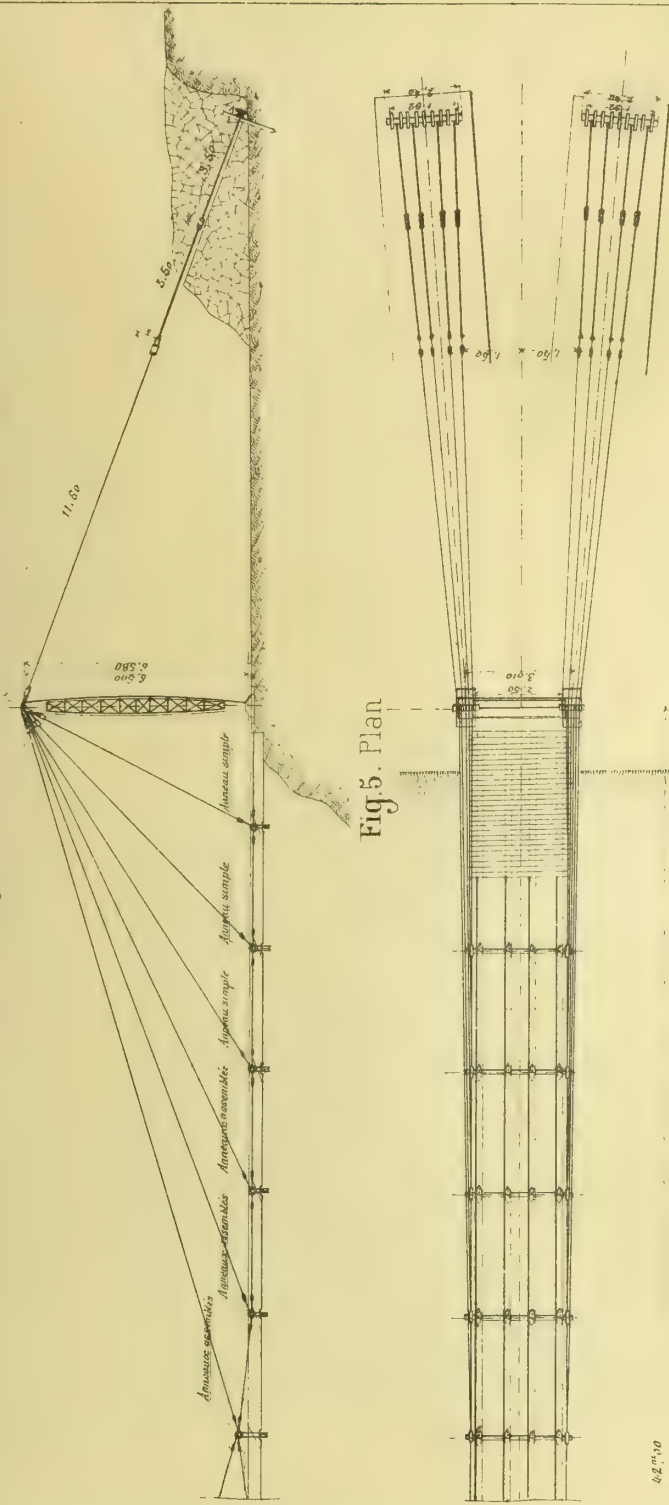
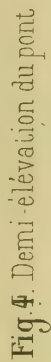
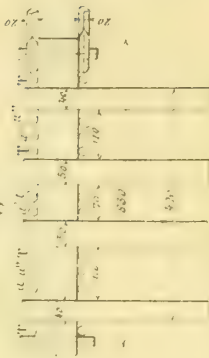
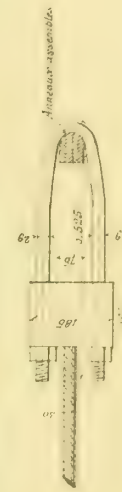


Fig. 8 à 11. Schéma des câbles.

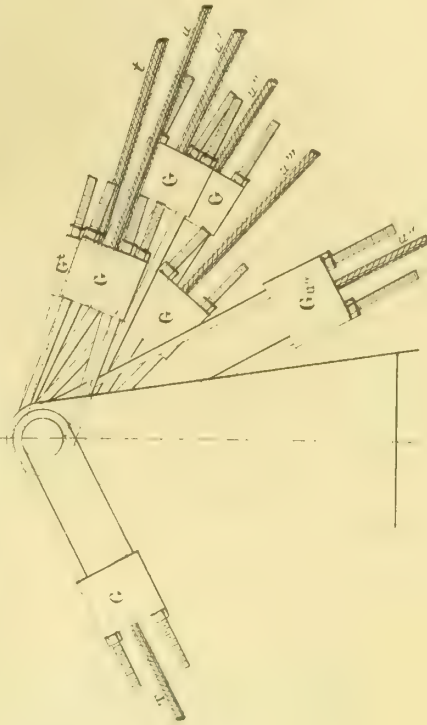
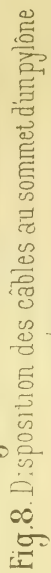


Fig.6. Coupe transversale du tablier

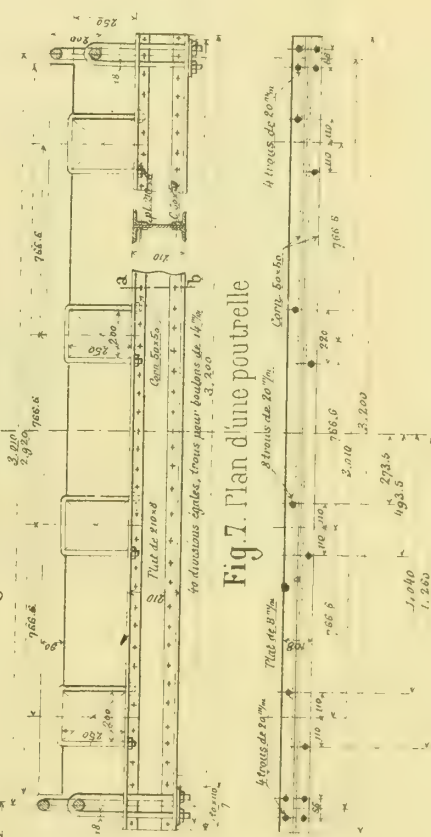
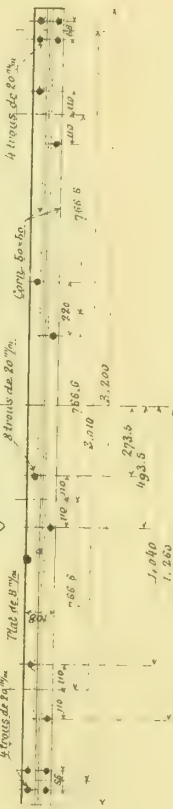


Fig. 7. Plan d'une poutrelle



TRAVAUX PUBLICS

LES PONTS DU HAUT-OGOÛÉ DANS LE CONGO FRANÇAIS

(Planche XVIII.)

CONSIDÉRATIONS GÉNÉRALES SUR LES PONTS DES VOIES DE PÉNÉTRATION.

— De toutes les questions qui se posent au début de l'organisation d'une colonie nouvelle, l'une des plus importantes est, sans contredit, celle de la création des premières voies de communication. A ce sujet, on ne saurait trop rappeler les procédés mis en œuvre dans la colonisation de l'Amérique du Nord.

Pour ouvrir à la civilisation du littoral l'accès des territoires nouvellement conquis, les premiers pionniers qui s'aventurèrent dans l'intérieur des terres recherchèrent d'abord les voies de pénétration naturelles, c'est-à-dire tentèrent d'utiliser, dès le début, les nombreux cours d'eau navigables qui s'offraient à eux. Mais ils ne tardèrent pas à reconnaître la nécessité de les compléter par un réseau de communications terrestres, et c'est ainsi qu'ils furent amenés à frayer à travers les prairies et les forêts de simples pistes ou routes en terre qui, sous le nom de «portages», devaient uniquement servir à combler les lacunes de la navigation fluviale, c'est-à-dire permettre de faire, par voie de terre, les transports qu'on ne pouvait effectuer par eau.

Dans cet ordre d'idées, les routes devaient être construites d'abord le plus économiquement possible, établies suivant les déclivités naturelles du sol, quoique tracées cependant de façon à recevoir par la suite les améliorations successives nécessitées par l'augmentation du trafic. Mais elles n'en présentaient pas moins en différents points de leurs tracés, notamment au passage des rivières torrentueuses, des solutions de continuité qu'il fallait, pour la facilité des communications, faire disparaître le plus tôt possible. Ce sont là les véritables raisons pour lesquelles les Américains furent amenés à créer des ouvrages d'art parfois bien avant la construction des voies de communication définitives.

Les premiers ponts qui furent construits dans de semblables conditions ne le cèdent en rien, pour l'originalité, à l'ensemble des conceptions qui les motivèrent.

Les Américains partirent de ce principe qu'il fallait utiliser dans la plus large mesure et avec le moins de travail possible les ressources trouvées sur place. La nature leur offrait des bois en abondance, mais ils comprirent vite la nécessité de transporter avec eux un certain nombre de pièces métalliques destinées à faciliter autant que possible leur mise en œuvre et à permettre ainsi, à peu de frais, le franchissement de grandes portées. Telle fut l'origine de ces constructions mixtes en bois et en fer (Combinaison trusses) qui caractérisèrent les premières voies de communication exécutées en Amérique et qu'on désigne habituellement encore sous les noms de système Pratt, Burr, Long, Howe, poutres à la Town, etc.

Depuis que les progrès de la colonisation se sont étendus du côté de l'Ouest, que de nombreux chemins de fer et des voies de communication de toute nature ont relié aux régions plus civilisées du littoral Atlantique des contrées réputées jadis inaccessibles, les divers systèmes de ponts métalliques sortis des grandes usines de Louisville, Pittsburg, Phénixville, Baltimore, Edgemoor, etc., sont venus remplacer successivement les fermes provisoires en bois et en fer qui avaient été établies à l'origine. Néanmoins, ce genre de construction est encore d'un usage constant dans les régions d'un accès difficile et dépourvues de ressources industrielles.

C'est en s'inspirant de tels précédents, que la Société commerciale industrielle et agricole du Haut-Ogooué opère aujourd'hui dans le Congo français. Au point de vue des diverses questions que soulève la création des routes, la comparaison entre le Nouveau-Monde et notre

grande colonie africaine n'est pas difficile à établir. Ici et là, on trouve d'importantes voies de pénétration naturelles, c'est-à-dire de grands cours d'eau susceptibles d'être utilisés immédiatement pour le trafic. Mais au Congo, beaucoup plus encore qu'aux États-Unis, ces cours d'eau sont barrés, parfois, par des seuils rocheux qui forment autant de rapides interrompant en plusieurs points la navigation. D'où la nécessité de recourir, là aussi, à des portages, non seulement pour contourner les obstacles, mais encore pour suppléer aux communications fluviales au delà des points où elles ne peuvent plus être facilement utilisées. Ainsi, de la station du Cap Lopez à celle de N'Djolé, située à 300 kilom. environ de la première, la Société du Haut-Ogooué se sert d'abord pour ses transports du cours inférieur du fleuve. Mais à partir de N'Djolé qui, dans l'état actuel, peut être considéré comme le point terminus du trafic par bateaux à vapeur, la navigation ne peut plus être effectuée que par pirogues et devient même fort périlleuse à certaines époques de l'année. Pour y suppléer et mettre mieux en valeur, encore, la vaste concession qu'elle possède sur les deux rives du fleuve, la Société du Haut-Ogooué n'a pas hésité à ouvrir en pleine forêt équatoriale un chemin qui, remontant en côtoyant le cours de l'Ogooué, ira peut-être un jour, par delà la ligne de partage des eaux, atteindre les grands biefs navigables de la Sangha ou du Congo.

C'est donc sur cette route, recoupée naturellement par un grand nombre d'affluents plus ou moins importants du fleuve, que la question de la construction immédiate des ouvrages d'art se pose, comme

elle s'était posée déjà aux États-Unis. Mais elle s'y présente, incontestablement, dans des conditions bien plus défavorables, ainsi qu'on peut en juger par le simple énoncé du programme que la Société du Haut-Ogooué a cru devoir s'imposer pour les travaux de construction de ponts :

1° Franchir d'un seul jet les petits et moyens cours d'eau afin d'éviter l'emploi de piles ou palées intermédiaires qui, en temps de crues, ne pourraient résister à la violence des courants et entraveraient d'ailleurs le libre passage des arbres déracinés et entraînés par les eaux d'inondation ;

2° Recourir à un mode de construc-

tion économique, c'est-à-dire utiliser les bois trouvés sur place, et en ne les employant que sous forme de pièces grossièrement équarries ;

3° Adopter une disposition permettant d'enlever et de remplacer complètement tous les bois de la construction sans compromettre la stabilité du pont, afin de pouvoir les renouveler facilement au fur et à mesure de leur destruction par les termites (1).

4° Ne former la partie métallique que de pièces susceptibles de se décomposer elles-mêmes en éléments de dimensions réduites et de poids inférieur à 30 kilogr. (y compris le poids de l'emballage), ce poids devant être considéré comme la charge limite à imposer au porteur nègre dans les transports ;

5° Établir tous les ponts d'après un type général uniforme donnant lieu, pour chaque ouvrage, à un montage facile et n'exigeant, par conséquent, l'emploi d'aucun ouvrier d'art européen.

Le problème posé de la sorte était difficile à résoudre par les moyens connus ; car les ponts mixtes américains, eux-mêmes, ne peuvent être établis que par des charpentiers habiles et ne se prêteraient pas facilement, d'ailleurs, aux renouvellements fréquents et périodiques de certaines pièces de bois entrant dans la constitution de leurs membrures. On ne pouvait songer davantage à se servir de ponts démontables entièrement métalliques du genre de ceux employés parfois dans les colonies, attendu que, pour des portées tant soit peu grandes, le poids de leurs éléments devient trop considérable et aurait dépassé

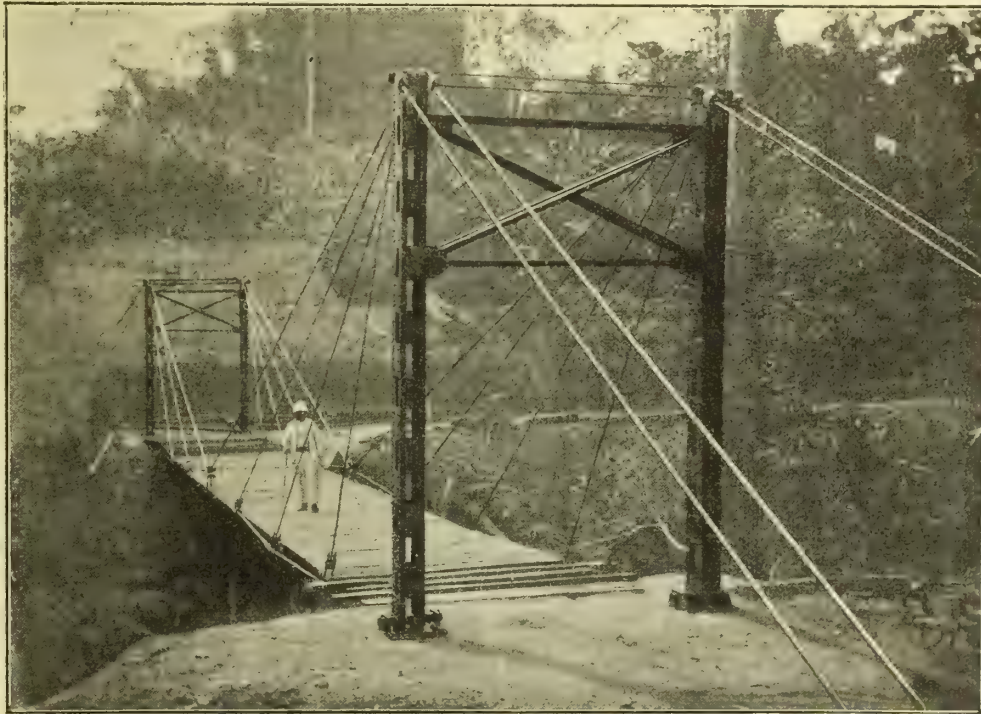


FIG. 1. — Vue du pont sur la rivière Massouro (route d'Alembé à Lélédi).

(1) Insectes qui, dans l'Afrique équatoriale, attaquent presque tous les bois morts et quelquefois les font disparaître au bout de peu de temps.

de beaucoup la charge limite admise, dans le Congo, pour les porteurs. Pour résoudre ces difficultés, la Société du Haut-Ogooué a adopté le nouveau type de pont suspendu rigide dont nous allons donner la description.

PONTS DU HAUT-OGOOUÉ. — Bien que le système dont il s'agit appartienne à la catégorie des ponts mixtes, c'est-à-dire bien que le bois entre ou, du moins, puisse entrer, pour une très grande proportion, dans la construction de chaque ouvrage, les deux fermes qui soutien-

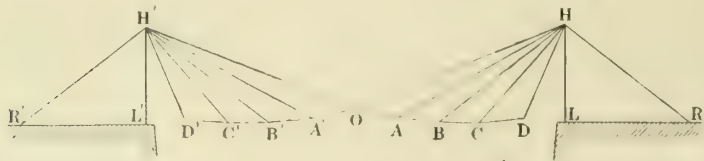


FIG. 2. — Schéma d'un pont en câbles d'acier, système Gisclard.

nent le tablier du pont sont entièrement métalliques. Or, ces deux fermes constituent précisément la partie essentielle et délicate qui exigerait, pour être confectionnée sur place, l'emploi d'ouvriers spéciaux. En l'apportant toute préparée de l'usine on tourne une première difficulté.

Mais pour ne rien perdre des avantages que l'on recherche, il fallait douer ces fermes de la plus grande légèreté possible, et surtout les composer de façon telle que le poids de chacun de leurs éléments ne dépassât pas les 30 kilogr. représentant la charge individuelle des

bans rayonnant de part et d'autre des deux sommets de la suspension et réunis inférieurement à une même corde polygonale par une série de nœuds D, C... O... C', D', servant de points d'attache aux tiges de suspension qui supportent le tablier du pont.

Il est visible que cette ferme, étant constituée par une série de triangles accolés, serait absolument invariable de forme dans son propre plan, si elle-même n'était composée que de tiges rigides et articulées.

De même, dans ces conditions, l'ensemble de la suspension pourrait être considéré comme une ferme renversée à trois articulations H, O et H', jouissant ainsi des deux propriétés essentielles que l'on concède généralement à ce genre de construction ; à savoir :

1° Liberté pour la ferme de se dilater ou de se contracter librement sous l'influence des variations de température et de se prêter, sans rien perdre de sa rigidité, à tous les légers changements susceptibles de se produire dans les positions relatives des points d'appui sur les culées, soit par suite d'affaissements des pylônes, soit par suite de tassements dans les dispositifs d'ancrage des câbles de retenue ;

2^o Faculté pour le constructeur de déterminer d'une façon précise et par les seuls procédés de la statique, les grandeurs des efforts développés dans les diverses parties de la construction sous l'influence d'un système de charges donné, faculté corrélatrice, d'ailleurs, de celle possédée par la ferme de *se régler librement d'elle-même* sous l'action de ces mêmes charges.

Mais pour que ces propriétés subsistent dans le cas où l'on viendrait remplacer par des liens funiculaires, c'est-à-dire par des câbles, tous les haubans de la suspension et les différents segments dont se compose la membrure inférieure de la ferme, il est nécessaire que le tracé de celle-ci soit tel que ces divers éléments ne cessent

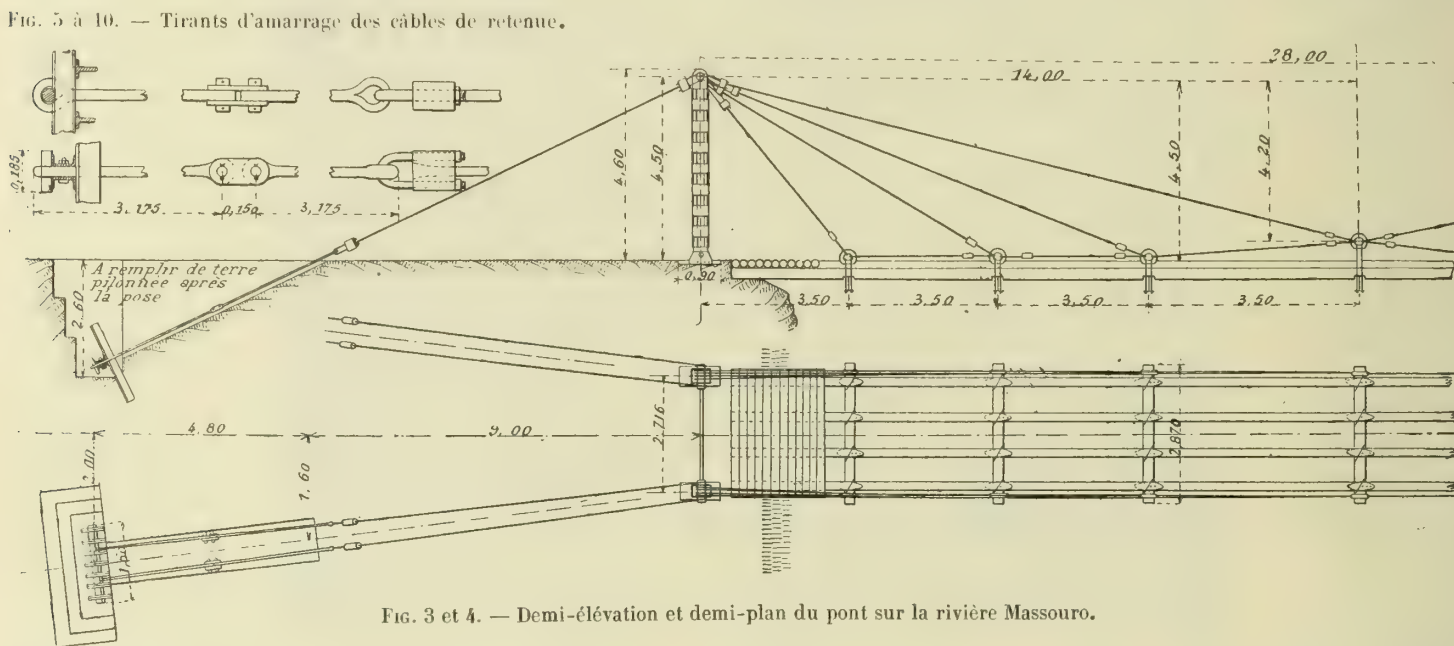


FIG. 3 et 4. — Demi-élévation et demi-plan du pont sur la rivière Massouro.

porteurs. Ce résultat a été obtenu sans difficulté, en se servant, pour les constituer, uniquement de câbles en fils d'acier, c'est-à-dire d'éléments susceptibles de procurer sous un volume déterminé la plus grande force de résistance connue.

Outre cet avantage, les câbles présentent : une *grande sécurité* résultant de la multiplicité des éléments qui concourent à la résistance d'un même câble ; une *très grande souplesse* qui permet d'enrouler les câbles sur un cercle de petit diamètre et d'en former, par conséquent, des colis maniables et peu encombrants s'adaptant aux moyens de transport dont on dispose actuellement dans l'Ogooué.

Cependant, pour utiliser convenablement les câbles métalliques et en tirer tous les avantages qu'ils peuvent procurer dans la construction des ponts, c'est-à-dire pour en former non des ouvrages mobiles et oscillants comme les anciens ponts suspendus à câbles paraboliques, mais bien des constructions rigides en tout semblables à des ponts fixes, il était nécessaire de rechercher un nouveau type de ferme triangulée qui, bien que composée entièrement de liens flexibles, fût néanmoins capable de rester absolument invariable de forme sous toutes les variations de la surcharge du pont.

Ce problème est susceptible d'une solution rigoureuse qui peut être exposée sommairement ainsi qu'il suit (1) :

Sur la figure 2, que nous supposons être le diagramme du profil longitudinal du pont :

III et II'L' représentent les deux piliers qui portent la suspension :

HR et H'R' les câbles de retenue;

HO, HA, HB, etc., H'O', H'A', H'B', etc., deux groupes de hau-

jamais d'être tendus sous toutes les combinaisons de la surcharge accidentelle que l'on est en droit d'imposer au tablier.

En ce qui concerne les éléments de la membrure inférieure et les haubans extrêmes HD et H'D', il est facile de démontrer par la statique que cette condition se trouve toujours remplie. Depuis le point de suspension H jusqu'à l'autre point de suspension H', le contour extérieur et inférieur de la ferme reste donc, quelle que soit la distribution des charges, constamment tendu sur tout son développement. Mais rien ne prouve *a priori* qu'il en soit de même des divers haubans complétant la suspension du pont. Une étude plus approfondie démontre, en effet, que ces éléments ne sauraient rester continuellement tendus que si le tracé de la membrure inférieure DC...O...C'D' satisfait lui-même à certaines conditions bien précises que le calcul peut seul déterminer.

Cette détermination dépend non seulement des données particulières imposées pour le tracé géométrique de la ferme, mais encore de certaines des relations existantes entre le diagramme des surcharges mobiles et celui des charges permanentes fixes correspondant aux poids morts des différents éléments du pont. Quelles que soient celles-ci, l'opération dont il s'agit est d'ailleurs toujours possible, et la solution qu'elle comporte conduit généralement à adopter pour le tracé de la membrure inférieure de la ferme un contour polygonal affectant, à très peu près, la forme de celui qui a été représenté sur la figure 2.

Très peu près, la forme de celui qui a des repères. Théoriquement il arrive que, même pour une valeur très élevée du rapport de la surcharge accidentelle au poids mort du pont, les premiers nœuds à partir de l'articulation médiane ne se trouvent que très peu au-dessous de l'horizontale passant par cette articulation. Ce n'est qu'à partir du point le plus bas de la membrure inférieure que celle-ci se relève assez rapidement pour aller atteindre le sommet II ou II' du pylône correspondant qui forme, à proprement parler, l'extré-

et Voir le article en question publié par ce journal : *Genev. Carl.*, t. XXIX, n° 20, p. 316, et t. 21, p. 34; *Annale des Ponts et Chaussées* : 4^e trimestre 1899 et 3^e trimestre 1900.

mité de cette membrure. Mais, dans la pratique, il y a généralement avantage à ne pas suivre, à partir du point bas, la marche ascendante de cette courbe et à se contenter, à partir de ce même point bas et jusqu'au dernier nœud de la ferme, de tenir la membrure inférieure rectiligne et parallèle à la ligne du tablier; car de cette façon, on est certain de tenir tous les nœuds de la membrure inférieure notablement au-dessous de leurs positions limites, c'est-à-dire de les placer dans des régions telles que les haubans ne puissent jamais se détendre sous aucune des distributions de la charge d'épreuve admise. Cette disposition a été adoptée dans la construction des ponts du Haut-Ogooué. Ce n'est que dans des cas exceptionnels, tel que celui où le pont devrait seulement livrer passage à une unique charge roulante intense et concentrée qu'il pourrait y avoir intérêt, pour réduire le poids des câbles de la ferme, à ne pas s'éloigner de la forme théorique.

Dans le même ordre d'idées, il semble qu'il y ait aussi quelque avantage à rehausser légèrement l'articulation médiane, c'est-à-dire à augmenter au delà de la limite inférieure fixée par le calcul, la distance qui sépare verticalement cette articulation de l'horizontale passant par les points les plus bas de la ferme. On se donne ainsi une certaine marge qui permettrait de parer à l'imprévu dans le cas où, soit la surcharge mobile accidentelle, soit la charge permanente du pont, viendraient à s'écarter l'une par excès ou l'autre par défaut de celles prévues d'abord. Dans de telles conditions, le montage de la ferme n'exigerait plus une très grande précision, ce qui, dans la pratique, offre des avantages incontestables au point de vue de la facilité de l'opération.

Si, pour une raison quelconque, d'ailleurs, la ferme venait inopinément à se déformer sous l'action d'une disposition particulière de la surcharge, il serait facile d'y remédier en raccourcissant légèrement et progressivement, jusqu'à ce que le fait ne se reproduise plus, le hau-

chant côté à côté, soit à des voitures coloniales pesant 1 200 kilogr. sur un essieu.

Le tablier, qui est composé d'un platelage de $0^m09 \times 0^m13$ et de quatre longerons en bois de $0^m25 \times 0^m20$, repose sur des pièces de pont transversales espacées de 3^m50 d'axe en axe.

Les pièces de pont pourraient être également en bois. Cependant pour les premiers ponts de la route, c'est-à-dire pour les moins éloignés du point terminus de la navigation fluviale, la Société du Haut-Ogooué a pensé qu'elle aurait avantage à faire ces pièces en métal, ce qui a amené à les constituer au moyen de poutres composées à double T, formées chacune de quatre cornières de $55 \times 55 \times 6$ et d'une âme de 210×6 , le tout en acier et assemblé sur place au moyen de boulons de 14 millimètres espacés de 80 millimètres environ d'axe en axe.

Les pièces de pont sont suspendues aux différents nœuds de la membrure inférieure de chaque ferme. A cet effet chacune de leurs extrémités est supportée par deux étriers de suspension, soit par quatre tiges, de 18 millimètres de diamètre chacune, filetées et munies d'écrous à leurs parties inférieures de manière à permettre de faire varier le niveau de chaque pièce et de régler ainsi l'horizontalité ou la cambrure du tablier du pont.

Dans chaque ferme les nœuds de la membrure inférieure sont constitués par des anneaux présentant un vide intérieur de 72 millimètres de diamètre dans lequel viennent s'engager les étriers de suspension des pièces de pont ainsi que ceux des câbles métalliques qui doivent y aboutir. Pour éviter la difficulté et le danger de la soudure, ces anneaux sont découpés dans des plaques d'acier.

Nous avons dit que les éléments de la triangulation de la ferme étant disposés de façon à rester toujours tendus, étaient tous constitués par des câbles métalliques. Ces câbles en fils d'acier, à torsions

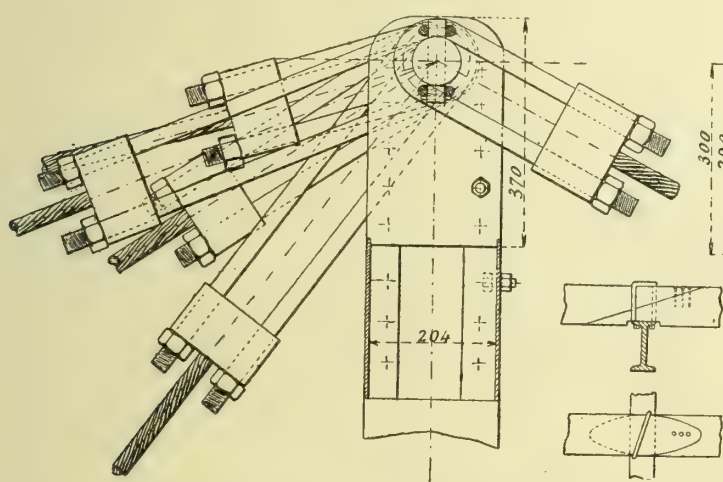


FIG. 11 et 12. — Amarrage des câbles au sommet d'un portique.

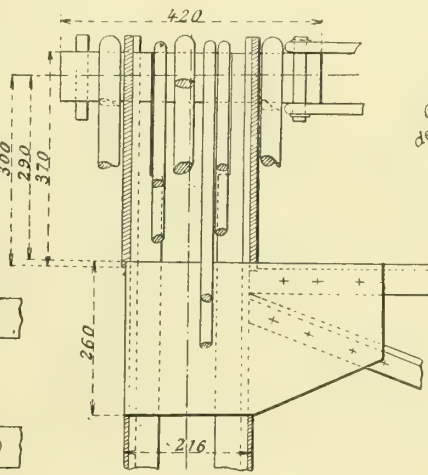


FIG. 13 et 14. — Amarrage des longerons sur les poutrelles.

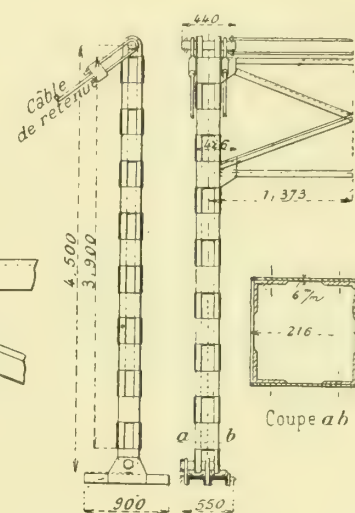


FIG. 15, 16 et 17. — Détails d'un portique.

ban ou les haubans qui sembleraient les plus aptes à se détendre. Cette opération qui se ferait sans la moindre difficulté, grâce aux dispositifs de réglage dont tous les câbles sont individuellement pourvus, pourrait même être considérée, à la rigueur, comme un moyen expérimental de déterminer la forme la plus convenable à donner à la membrure inférieure de la ferme.

Quoi qu'il en soit, si la détermination de la forme théorique est la question primordiale à résoudre, il n'est pas moins important de trouver les moyens pratiques de la réaliser.

Cette deuxième partie du problème a pu être résolue d'une manière entièrement satisfaisante, grâce à la précieuse collaboration de M. Arnodin, Ingénieur-Constructeur, qui a bien voulu faire lui-même une étude approfondie de la question et arrêter tous les détails d'exécution des différentes pièces métalliques devant entrer dans la composition des ponts.

Pont Édouard Muller. — Les figures 1 à 17 se rapportent à un même ouvrage de la route d'Alembé à Lélédi, dans le Haut-Ogooué, le pont Édouard Muller, d'une portée de 28 mètres sur la rivière Massouro. Ce pont qui, de tous ceux du même genre, fut le premier construit et que pour cette raison on jugea à propos de monter complètement, avant son départ pour le Congo, dans les ateliers de M. Arnodin, à Châteauneuf-sur-Loire, fut soumis, en présence de M. de la Valette, délégué du Ministère des Colonies, à une série d'épreuves qui décidèrent de l'adoption de ponts du même type pour tous les ouvrages un peu importants à construire sur la section de route alors en cours d'exécution.

L'ouvrage comporte un tablier de 2^m50 de largeur utile. Il doit, en effet, pouvoir livrer passage, soit à une double file de porteurs mar-

alternatives, du système, imaginé et employé depuis longtemps déjà par M. Arnodin, sont pourvus à chaque extrémité de culots en fonte et d'étriers en acier, à vis et à écrous réglables à volonté, au moyen desquels ils peuvent s'assembler entre eux, soit sur les anneaux de la membrure inférieure de la ferme, soit sur le goujon général d'assemblage placé au sommet de chaque pylône. Outre les facilités de montage et de réglage qui en résultent, cette disposition permet d'entretenir facilement les peintures et de surveiller attentivement l'état de chaque câble dont la couronne extérieure, ne se trouvant en aucun point emprisonnée, reste entièrement visible.

Les portiques offrent également des dispositions spéciales résultant de la nécessité dans laquelle on s'est trouvé de les rendre décomposables en éléments pesant individuellement moins de 30 kilogr. A cet effet chacun d'eux est formé de deux colonnes réunies entre elles et à leurs parties supérieures par deux entretoises composées chacune de deux cornières de $50 \times 50 \times 9$ et par deux diagonales en croix de Saint-André constituées également par deux cornières de $45 \times 45 \times 5$. Chacune des colonnes ou montants est formée elle-même de quatre cornières en acier de $50 \times 50 \times 9$ réunies entre elles au moyen de plaques évidées, de 6 millimètres d'épaisseur, et de boulons de 14 millimètres espacés verticalement entre eux de 90 millimètres d'axe en axe. Ainsi qu'on peut s'en rendre compte par les dessins, ces plaques sont disposées par paires alternées. Ce mode d'entretoisement a permis de constituer des colonnes démontables très légères et pourtant d'une grande rigidité.

La base de chaque colonne est constituée par une semelle formée de deux U de 0^m90 de longueur chacun et de $200 \times 75 \times 11,5$ de profil; cette semelle repose sur le sol vierge par l'intermédiaire d'une couche de ballast. Comme, en l'absence de toute autre espèce de fonda-

tion, il pourrait se produire des tassements, on a soin d'articuler la colonne sur la semelle au moyen d'un goujon de 80 millimètres de diamètre. Ce goujon joue absolument le rôle de la cheville dans le pied du corps humain.

Les liens de retenue, au nombre de deux par colonne, sont constitués par des câbles semblables à ceux de la ferme dans la partie au-dessus du sol et par des tiges d'ancrage de 32 millimètres dans la partie souterraine. Chaque paire s'assemble avec une traverse d'ancrage enterrée à 2^m50 au-dessous de la surface du sol. Cette traverse, longue de 1^m60 et formée de deux U jumelés de 120 × 53 × 9 chacun, s'appuie elle-même contre une série de fiches disposées dans le sens perpendiculaire. Ces fiches ont une longueur de 1^m60 et sont

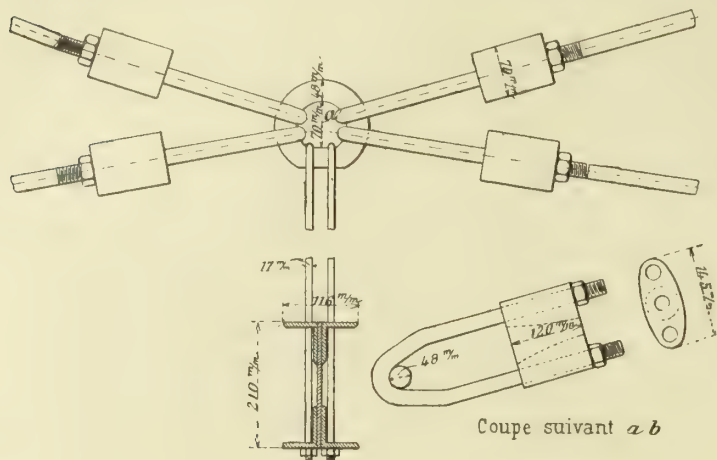


FIG. 18 et 19. — Détail de l'articulation médiane.

formées de 1 de 100 × 60 × 10. L'ensemble de ces pièces constitue donc, pour chaque paire de liens de retenue, un plateau d'ancrage de 1^m60 sur 1^m60. Afin d'éviter que sous l'effort de la traction exercée par les câbles de retenue, les fiches elles-mêmes ne viennent à découper la dame de terre contre laquelle elles s'appuient, on a soin de disposer, en avant d'elles, un massif en pierres sèches qui a pour but de répartir les pressions sur une surface aussi grande que possible.

Le montage de ces ouvrages d'art se fait entièrement dans le vide, c'est-à-dire sans prendre aucun point d'appui dans le lit de la rivière, par conséquent sans échafaudage ni ponts de service d'aucune espèce. Pour l'effectuer il suffit d'organiser d'abord les dispositifs d'ancrage, de dresser les portiques et d'installer les câbles de retenue. On jette ensuite en travers de la rivière le lacis de câbles métalliques qui doit

former les fermes de suspension, puis on vient y adapter, de proche en proche, les pièces de pont, en faisant suivre immédiatement la mise en place de chacune d'elles de la pose de la partie correspondante du tablier. La construction se termine enfin par un réglage définitif, opération qui peut se faire alors sans difficulté grâce aux nombreux tendeurs disposés à cet effet.

Le montage du pont Édouard Muller, ainsi que celui des autres ponts du même genre construits jusqu'à ce jour, a été fait, sans accidents et avec un succès complet, par le conducteur des travaux Henry Goor qui n'avait été préparé à cette tâche que par un stage d'une huitaine de jours dans l'usine Arnodin.

Le poids total de la partie métallique amenée de France jusqu'au Congo, à pied d'œuvre, était de 4 900 kilogr. Ce chiffre fait ressortir à 175 kilogr. le poids du métal par mètre courant de pont. Mais il eût été possible de réduire à 4 200 kilogr. le poids total et par conséquent à 150 kilogr. le poids par mètre courant, en se servant, comme il eût été facile de le faire, de poutrelles en bois au lieu de poutrelles en métal pour constituer les pièces de pont.

Pont Médard Béraud. — Pour les ponts de grande portée on se trouve généralement obligé, pour satisfaire à la condition du maximum de poids imposé aux unités de transport, de décomposer en un plus grand nombre d'éléments la construction de certaines pièces. C'est ce qui est arrivé pour le pont Médard Béraud (fig. 1 à 11, pl. XVIII) de 42 mètres de portée, construit tout récemment sur la rivière de Labam. On voit ainsi que, pour diminuer la difficulté des transports, les cornières de 6^m50 de longueur qui forment les arêtes des montants des portiques ont été divisées en deux parties égales, ce qui a nécessité pour les raccorder l'emploi de couvre-joints sur le milieu de la hauteur des pylônes. De même les câbles de retenue au lieu d'être, comme dans le pont de 28 mètres, au nombre de deux pour chaque montant de colonne, sont ici au nombre de quatre. Mais comme ces pièces travaillent exclusivement à la traction, il en résulte que leur dédoublement n'entraîne aucune perte de métal dans la constitution des câbles.

L'initiative de l'emploi, dans les travaux du Haut-Ogooué, du nouveau type de pont suspendu rigide qui vient de faire l'objet de cet article est due tout entière à un administrateur de la Société du Haut-Ogooué, M. le commandant O. Barré qui, en sa qualité d'ancien officier du Génie, avait su se rendre compte des difficultés du problème à résoudre et apprécier les différents moyens de les surmonter. Il avait été, du reste fortement encouragé dans cette voie par le très estimé Directeur de cette Société, Médard Béraud, mort depuis cette époque, laissant à son frère, M. Paul Béraud, le soin de continuer une œuvre qui intéresse à un si haut degré la cause de la colonisation française.

L^t-Colonel GISLARD.

CHEMINS DE FER

ESSAIS DU FREIN WESTINGHOUSE

sur de longs trains de marchandises.

La question de l'adaptation des freins continus aux trains de marchandises est encore à l'étude dans la plupart des Administrations de chemins de fer, sauf aux États-Unis où des applications assez nombreuses en ont été faites, et aussi en Russie, où l'on peut citer plusieurs tentatives dans la même voie. La solution de cette question présente de réelles difficultés, particulièrement en ce qui concerne les longs convois. Indépendamment de la dépense considérable qu'entraînerait pour beaucoup de Compagnies l'application du freinage continu aux trains de marchandises, il faut bien reconnaître qu'aucun appareil n'a pu, jusqu'ici, satisfaire complètement à toutes les exigences du programme.

Toutefois, la Société Westinghouse paraît avoir trouvé de ce problème une solution simple et pratique, que l'Administration des chemins de fer de l'État bavarois vient de soumettre à une expérience prolongée d'une année. Par raison d'économie, tous les wagons ne sont pas munis de l'équipement complet du frein. La plupart ne possèdent qu'une simple conduite à laquelle est adaptée une soupape de renvoi, ou accélérateur, dont le rôle, analogue à celui de la triple valve, est de permettre l'évacuation locale d'une partie de l'air de la conduite et, par suite, d'accroître la vitesse de propagation, d'une extrémité à l'autre du train, de la dépression produite par le mécanicien.

Le fonctionnement de cet organe, dont nous donnons (fig. 1) une coupe longitudinale, n'intervient qu'en cas de freinage de sûreté, c'est-à-dire de dépression brusque destinée à provoquer un arrêt rapide. La soupape de renvoi, raccordée en E à la conduite générale, se compose d'une capacité R, renfermant de l'air comprimé à la pression de la conduite. Le piston P est soumis, sur ses deux faces, à cette même pression, mais, normalement, il occupe la position de la figure,

c'est-à-dire qu'il est repoussé vers la droite, en vertu de l'action du ressort A. S'il vient à se produire une dépression soudaine dans la conduite, le piston P est sollicité de droite à gauche et entraîne dans

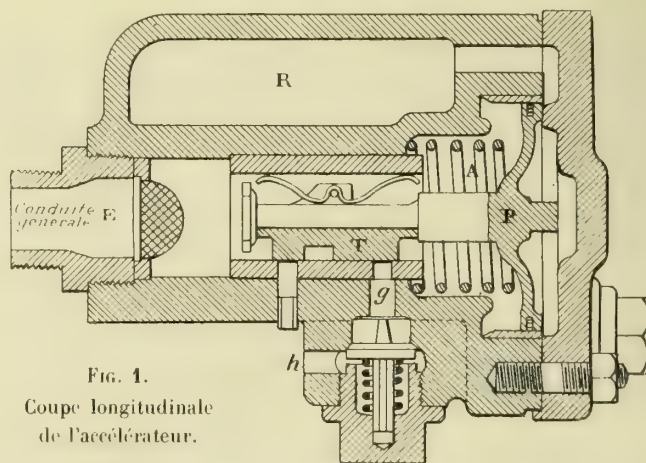


FIG. 1.
Coupe longitudinale
de l'accélérateur.

son mouvement le tiroir T, qui découvre le canal g par lequel s'évacue, dans l'atmosphère, en h, l'air de la conduite, ce qui a pour effet d'augmenter la dépression initiale et produit ainsi une action plus énergique sur les appareils du véhicule suivant. Le remplissage de la conduite ramène automatiquement le piston P dans sa première position.

Conditions des essais. — Le train d'essai était composé d'une locomotive compound à marchandises, à 3/4 essieux, accouplée avec son tender, de 58 wagons couverts et d'une voiture spéciale munie d'appareils de mesure, dans laquelle prenaient place les expérimentateurs.

Il fut mis en circulation sur la ligne de Traunstein à Freilassing, de 28^{km} 4 de longueur, qui présente, sur 26 kilom. environ, une série ininterrompue de pentes dont la majeure partie atteint et dépasse 40 millimètres par mètre.

La locomotive et son tender avaient, en ordre de marche, avec approvisionnements à moitié, un poids de 86 tonnes. La pression que peuvent exercer les sabots sur les roues freinées de ces deux véhicules est de 41 900 kilogr., soit à peu près 49 % de leur poids. Les wagons pesaient, à vide, 10^t 6 et en charge 25^t 6. Enfin le poids de la voiture à trois essieux était de 25 tonnes. Avec un diamètre de 203 millimètres pour les cylindres à frein montés sur les véhicules du train, l'effort de freinage atteignait, pour chacun d'eux, environ 10 000 kilogrammes.

Un robinet d'isolement permettait de condamner à volonté le fonctionnement des freins d'un wagon quelconque, tout en laissant subsister la continuité de la conduite générale et l'action de la soupape de renvoi dudit véhicule. Toutes les combinaisons possibles de groupement de wagons, freinés ou non freinés, pouvaient être ainsi obtenues, de manière à se placer dans les conditions diverses de la pratique, même les plus défavorables.

Résultats. — Les premiers essais furent effectués avec le train précité, du poids total de 738 tonnes à vide, comportant 119 essieux. Des freinages, exécutés sur rails secs en pente d'environ 40 millimètres à une vitesse moyenne de 51^{km} 5 à l'heure, ont permis d'arrêter le train après une longueur d'arrêt variant de 310 à 350 mètres, par l'emploi du frein Westinghouse, et de 530 à 820 mètres par celui des freins à main. Dans tous les cas, la locomotive et son tender étaient freinés au moyen de l'air comprimé. Les arrêts se sont produits sans secousses, tant à l'avant qu'à l'arrière du train. Le mécanicien demeurait constamment maître de sa vitesse et l'on put constater que la quantité d'air comprimé fournie par la pompe était toujours suffisante; il est vrai de dire que la capacité du réservoir principal, sur la machine, avait été portée de 375 à 750 litres.

Avec un train à demi chargé, du poids total de 1 040 tonnes, les longueurs d'arrêt, sur rails secs en pente d'environ 40 millimètres, avec l'emploi du frein Westinghouse, ont varié de 180 à 275 mètres, à la vitesse moyenne de 44^{km} 6; de 280 à 360 mètres à la vitesse moyenne de 51^{km} 5.

Dans toutes ces expériences, la pression dans la conduite du dernier wagon, avant le freinage, était un peu inférieure à 5 kilogrammes.

Les arrêts se sont effectués, dans le cas des trains de 1 040 tonnes, presque sans oscillations à l'arrière du train et avec quelques légères secousses à l'avant, mais trop peu sensibles pour nuire aux attelages et à la conservation du matériel.

Le temps nécessaire pour remplir les conduites des freins, complètement vidées par l'action d'un freinage rapide, c'est-à-dire le temps qu'exige le desserrage de tous les sabots du train est d'environ une minute, avec une pression de sept atmosphères dans le réservoir principal.

Dans aucune des nombreuses expériences⁽¹⁾ qui furent subséquentement effectuées, dans les conditions les plus variées du service, on n'eut à enregistrer d'incident notable; deux ruptures d'attelage seulement furent constatées, à la suite de freinages énergiques, durant toute la durée des essais.

Ces résultats semblent démontrer que l'application du frein à air comprimé combiné avec les nouvelles soupapes de renvoi, aux longs trains de marchandises, tant pour modérer la vitesse sur les fortes pentes que pour opérer des arrêts rapides, paraît appelée à entrer, à brève échéance, dans le domaine de la pratique.

F. B.

JURISPRUDENCE

ENTENTE D'OUVRIERS

pour une diminution systématique de travail.

Les conflits collectifs entre patrons et ouvriers se présentent chaque jour sous une forme plus complexe, sinon plus perfectionnée. La grève simple apparaît comme un moyen trop rudimentaire; elle n'aboutit pas toujours aux résultats espérés, et, par ailleurs, elle a pour les grévistes le fatal inconvénient de les priver de leurs salaires comme conséquence de la cessation du travail.

Aussi s'agissait-il de trouver la manière d'obtenir du patron toutes améliorations et avantages, ou, mieux encore, de se les procurer soi-même, sans être privé des salaires indispensables aux besoins de la vie.

C'est ce que les verriers d'une usine du Pas-de-Calais avaient pensé réaliser en se concertant entre eux pour réduire systématiquement la somme de travail qu'ils avaient l'habitude de fournir dans la journée.

Cette diminution de travail leur permettait de ménager leurs forces, en même temps qu'elle éloignait d'eux l'éventualité des réductions de personnel et des chômages périodiques que la surproduction industrielle occasionne généralement.

En vérité, la combinaison était savante; et certaines doctrines économiques et sociales pouvaient y reconnaître la consécration pratique de leurs meilleures propositions.

Mais le patron s'est avisé de s'en plaindre et d'exiger que, pour la même somme de salaires, ses ouvriers lui fournissent la même somme de travail qu'auparavant.

En conséquence, il les assigna en dommages-intérêts devant le juge de paix du canton de Carvin, par cette considération de droit qu'une telle diminution volontaire de travail équivalait à son égard à une inexécution partielle du contrat de louage de services, dont il était autorisé à réclamer la juste compensation.

Par jugement du 20 février 1904, satisfaction lui a été donnée dans les termes suivants :

Nous, juge de paix;

Attendu que les soixante-douze ouvriers cités, indiqués dans l'assignation, se sont engagés, par des contrats de louage, à travailler comme souffleurs et gamins à la verrerie B... et C^{ie}, d'Hénin-Liétard, pendant une année, à partir du mois de septembre dernier, moyennant un salaire fixe payable par mois;

Attendu que, pendant les mois de septembre, octobre, novembre, décembre et janvier derniers, lesdits ouvriers divisés en trois équipes pour leur travail ont exécuté d'une manière régulière l'engagement par eux contracté en fournissant chaque jour la quantité de travail habituelle;

Attendu qu'au commencement de février, présent mois, quelques difficultés s'étant élevées entre les sieurs B... et C^{ie} et un certain nombre de leurs ouvriers, le travail habituel et normal des soixante-douze ouvriers souffleurs et gamins cités a changé tout à coup; chaque jour, chaque ouvrier a diminué sa somme de travail ordinaire, tout en travaillant le même nombre d'heures, ce qui occasionne une diminution considérable de production, diminution de près d'un tiers du travail habituel, soit 29 %, chiffre exact d'après le relevé des livres de la verrerie;

Attendu qu'on est obligé de reconnaître qu'une entente a eu lieu entre les souffleurs et gamins en cause pour arriver à réduire tous, chaque jour, et au même moment, leur travail, de manière à causer à leur patron un préjudice considérable;

Attendu que les demandeurs font la preuve que ce préjudice, qui se renouvelle chaque jour depuis le 1^{er} février courant, s'élève par chaque journée et par chacune des trois équipes à 263 francs, et qu'ils sont en droit de réclamer la réparation de ce préjudice aux ouvriers cités qui, méconnaissant l'engagement par eux contracté, ont systématiquement diminué leur travail habituel;

Attendu que, pour leur défense et par l'organe du président de leur syndicat, les ouvriers verriers se bornent à dire qu'ils n'ont fait que refuser d'effectuer un travail pour lequel des primes plus ou moins importantes leur sont accordées, ne voulant pas se surmener; qu'ils ne peuvent expliquer la diminution de près de 30 % du travail habituel qui s'est produite tout à coup;

Par ces motifs;

Condamnons conjointement et solidairement les soixante-douze ouvriers verriers indiqués dans la citation à payer à MM. B... et C^{ie} une somme de 263 francs par jour et par chacune des trois équipes, soit en tout 789 francs, depuis le 2 février jusqu'au 18 de ce même mois, pour réparation du préjudice par eux volontairement causé, sans préjudice des dommages-intérêts qui pourraient être dus, si les ouvriers continuaient à méconnaître les clauses de leur engagement;

Déclarons les sieurs L..., André B..., S..., W..., B..., et les veuves B... et F..., civilement responsables de leurs fils encore en état de minorité; les condamnons, en outre, tous aux dépens⁽¹⁾.

Cette décision est parfaitement motivée; elle pose en principe que des ouvriers sont passibles de dommages-intérêts, lorsque, par suite d'une entente, chacun d'eux a systématiquement diminué la somme de son travail ordinaire, tout en travaillant le même nombre d'heures, et en occasionnant ainsi une diminution considérable de production.

C'est l'application pure et simple de l'article 1147 du Code civil, d'après lequel « le débiteur est condamné à des dommages-intérêts, à raison de l'inexécution de l'obligation, toutes les fois qu'il ne justifie pas que l'inexécution provient d'une cause étrangère qui ne peut lui être imputée... ».

En outre, il faut observer que le juge de paix a prononcé condamnation conjointe et solidaire contre tous les ouvriers en cause, c'est-à-dire que le patron a été autorisé à poursuivre contre chacun d'eux le paiement des condamnations encourues par les autres, à raison du caractère quasi-délictuel de la commune entente qui était intervenue entre tous.

Louis RACHOU,
Docteur en droit,
Avocat à la Cour d'appel de Paris.

⁽¹⁾ Dont le compte rendu officiel a été reproduit dans l'*Organ für die Fortschritte des Eisenbahnwesens*.

VARIÉTÉS

Barrage et réservoirs en béton armé, à Ithaca (États-Unis).

L'eau de la rivière Six-Mile, qui alimente la ville d'Ithaca (État de New-York), est retenue par un barrage situé à 3 200 mètres en amont de la ville et est distribuée telle quelle et par la seule gravité.

A proximité de la ville se trouvent les bâtiments principaux et annexes de la Cornell University qui, étant situés sur un plateau de 150 mètres, ont nécessité, à cause de leur importance, la création d'un service d'eau spécial. Bien que l'eau soit de bonne qualité, dans cette installation, on a jugé utile, à cause des usages particuliers auxquels elle est destinée, de lui faire subir à froid une épuration chimique sommaire, en vue de la débarrasser de la majeure partie du calcaire qu'elle contient.

L'installation comporte une usine élévatoire et des réservoirs de filtration et de conservation de l'eau filtrée.

Parmi toutes ces constructions nous signalerons, d'après l'*Engineering Record*, celles qui présentent le plus d'intérêt, c'est-à-dire le barrage du réservoir principal de la ville et les réservoirs de la Cornell University.

Barrage. — Le barrage du bassin de retenue est placé sur le cours de la rivière, en un point où elle coule entre deux hautes falaises à bords à peu près verticaux, laissant entre elles un espace d'une largeur de 27 mètres. La forme du barrage, en plan, est limitée par des arcs de cercle, dont les rayons varient de 20^m 65 à 18^m 30, pour le parement amont, et de 17^m 60 à 15^m 25, pour le parement aval. La figure 1 montre quelle est la coupe de ce barrage dans le plan médian. L'épaisseur varie de 2^m 35 à 0^m 30; la hauteur est de 9^m 45 au-dessus du lit de la rivière.

Le corps du barrage est en béton de gravier et de cailloux cassés,

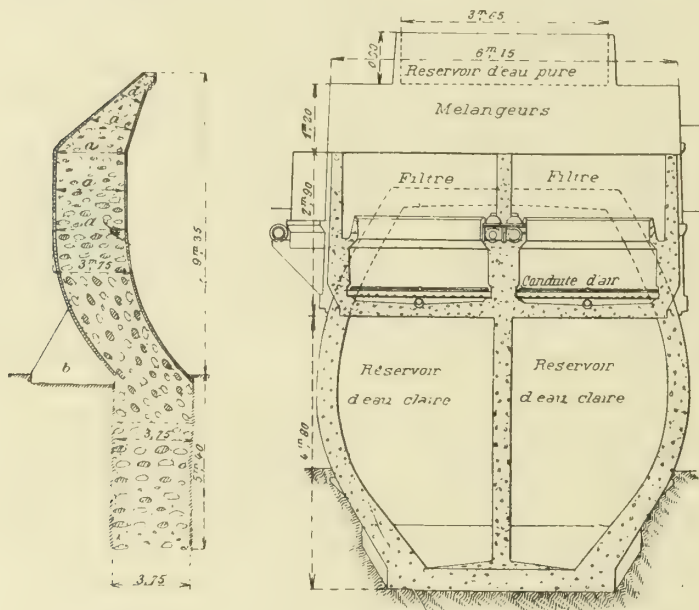


FIG. 1. — Coupe du barrage dans son milieu.

FIG. 2. — Coupe transversale des réservoirs.

dans lequel on a noyé de grosses pierres. Il est compris entre deux parements formés d'un seul rang (soit 11 centimètres d'épaisseur) de briques surcuites, pratiquement imperméables, et soigneusement jointoyées (fig. 1).

La liaison entre les parements et le béton est obtenue au moyen de pattes de scellement placées en lignes horizontales tous les cinq rangs de briques, et se prolongeant, à l'intérieur du mur, de 18 centimètres; de plus, contre les parements, on a placé, tous les 1^m 20 environ, des barres horizontales reliées entre elles par d'autres barres horizontales *a*, traversant le barrage dans toute son épaisseur. Ce système forme une ossature, contre laquelle on a placé un treillis en fils de fer, à mailles de 4 pouces. Ce treillis, serré aussi près que possible contre les parements, est noyé, ainsi que les extrémités des barres *a* et les barres longitudinales, dans un bain de mortier de ciment riche, de 7 à 8 centimètres d'épaisseur, destiné à faire la liaison entre le corps du réservoir et les parements.

Par l'emploi du treillis métallique, on n'a eu simplement en vue que de répartir également, sur toute la longueur du barrage, les efforts dus aux variations brusques de température, qui, peuvent se localiser en certains points, et pourraient amener des fissures faisant cesser la liaison des différentes parties de la maçonnerie.

Après avoir coulé le béton des fondations dans une tranchée de 5^m 40

de profondeur, creusée à la mine et au pic dans une roche extrêmement résistante, la partie extérieure fut montée avec les parements en avance d'environ 1 mètre sur le corps du barrage. A la partie inférieure, et du côté amont, on avait paré aux inconvénients de la forme en surplomb, en l'absence de la poussée de l'eau, par la construction de six contreforts *b*; au-dessus, lorsque le parement était décintré, une fois la prise faite, il était assez solide pour que, quelques jours plus tard, on pût damer le béton sans aucun danger.

Une crue subite, qui s'est produite avant l'achèvement des travaux, a d'ailleurs montré que les parements seuls présentaient une résistance à la poussée bien supérieure à celle qu'ils supporteraient en charge normale. Cette résistance et la forme cintrée du plan justifient la disposition en porte à faux qui a été donnée à la crête, et qui a été réalisée à dessein; le barrage n'ayant pas de canal de fuite, en cas de crues, le trop-plein passe en déversoir par-dessus la crête. Pour éviter les affouillements au pied du barrage, on a d'ailleurs construit un deuxième barrage à 100 mètres en aval, de façon à relever le plan d'eau de 2 mètres au pied du premier.

Filtres et réservoirs. — Les filtres peuvent traiter 2 250 mètres cubes par jour. Ils forment un seul massif de construction comprenant : les filtres proprement dits, avec leurs bassins accessoires; deux chambres de précipitation superposées où s'achève la clarification; un réservoir d'eau claire (fig. 2).

La forme ventrue du réservoir et des chambres de précipitation a été choisie pour obtenir une pression d'eau assez élevée avec une réserve d'eau aussi faible que possible.

Ces réservoirs ont d'ailleurs été construits à l'emplacement le plus élevé dont on a pu disposer, et la base des fondations n'a été descendue dans le sol que jusqu'à la profondeur de 1^m 50. Des contreforts soutiennent d'ailleurs les parties bombées qui sont en porte à faux, et répartissent le poids sur toute la surface des fondations qui forment radier. Le fond arrondi des chambres de précipitation facilite en outre le rassemblement des dépôts, leur enlèvement et le nettoyage.

Les murs ont une épaisseur uniforme, au-dessus du sol, de 38 centimètres; ils sont renforcés par : 1° des fers carrés et tordus, de 19 millimètres de côté, qui sont cintrés à la forme du mur, et placés tous les 38 centimètres; 2° des fers plats de 25 × 3 millimètres, placés horizontalement tous les 40 centimètres. Ces deux systèmes de barres sont réunis par des ligatures aux points de croisement, et forment un treillis qui est à environ 8 centimètres du parement extérieur.

Toute cette partie de la construction a été faite à l'intérieur d'une excavation qui a été entourée d'une sorte de mur de soutènement. On a ensuite remblayé le vide compris entre ce mur et le massif des réservoirs.

Réfrigérant tubulaire à circulation d'eau, pour brasseries.

Le réfrigérant tubulaire à circulation d'eau, dont nous empruntons la description au *Praktische Maschinen Konstrukteur*, est destiné à refroidir la bière ou d'autres liquides, coulant en nappe très mince le long des parois verticales de l'appareil. Les réfrigérants les plus répandus sont constitués par de simples tôles, ondulées ou dentelées suivant différents types, et le liquide chaud s'écoule sur leurs deux faces, soit en nappe, soit en gouttelettes, présentant une large surface de contact avec l'air ambiant.

Le modèle dont il s'agit ici se compose (fig. 1) d'une série de tubes horizontaux superposés, et en contact par leurs génératrices, qui forment une paroi ondulée, maintenue à ses extrémités par des montants plus robustes que de simples tôles. De plus, une circulation d'eau froide est ménagée dans ces tubes, de façon que les deux nappes liquides sont refroidies, à la fois, d'un côté par l'air, et de l'autre par l'eau.

Le liquide arrive à la partie supérieure dans une auge formée par les premiers tuyaux, et s'échappe par les deux bords; il est recueilli en bas, dans un autre récipient situé au-dessous du tuyau inférieur. Des tubulures d'arrivée et de départ, tant pour l'eau de circulation que pour le liquide, avec des robinets, complètent le réfrigérant. L'absence d'aspérités et d'anfractuosités en facilite beaucoup le nettoyage.

Les tuyaux, en cuivre étamé, sont essayés à la pression de 20 kilogrammes par centimètre carré, puis soudés comme l'indique la figure. Le nombre de tuyaux superposés est déterminé par les températures initiale et finale du liquide; leur longueur dépend du débit nécessaire, puisque chaque mètre courant de l'appareil a un débit limité par la nécessité d'avoir une nappe liquide très mince adhérent aux parois.

Un réfrigérant de 2 mètres de hauteur et 2^m 75 de longueur pourrait suffire, paraît-il, à traiter 25 hectolitres par heure; avec 2^m 50 de hauteur et 6^m 75 de longueur, 120 hectolitres.

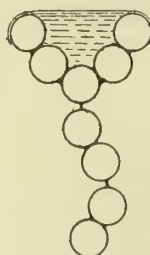


FIG. 1.

Le fonctionnement des broyeurs à boulets.

Le fonctionnement des broyeurs à boulets, dont l'emploi se répand dans beaucoup d'industries, et notamment dans celle de la fabrication du ciment⁽¹⁾, n'a été que récemment étudié d'une façon méthodique et approfondie. Ces broyeurs consistent, comme on le sait, en tambours ou en cylindres plus ou moins longs, tournant autour de leur axe horizontal et dans lesquels la matière à triturer est introduite en même temps que des boulets en matériaux durs. Le choc des boulets réduit la matière en fragments de plus en plus menus et on la retire du cylindre par l'extrémité opposée à celle de l'entrée. Le diamètre et la longueur du cylindre, la grosseur et le nombre des boulets, la vitesse de rotation, sont autant d'éléments dont le constructeur dispose pour rendre l'opération, dans chaque cas, aussi rapide et économique que possible.

Nous empruntons à un mémoire de M. Fischer⁽²⁾ le compte rendu d'expériences poursuivies aux usines Krupp, à Magdebourg-Buckau,

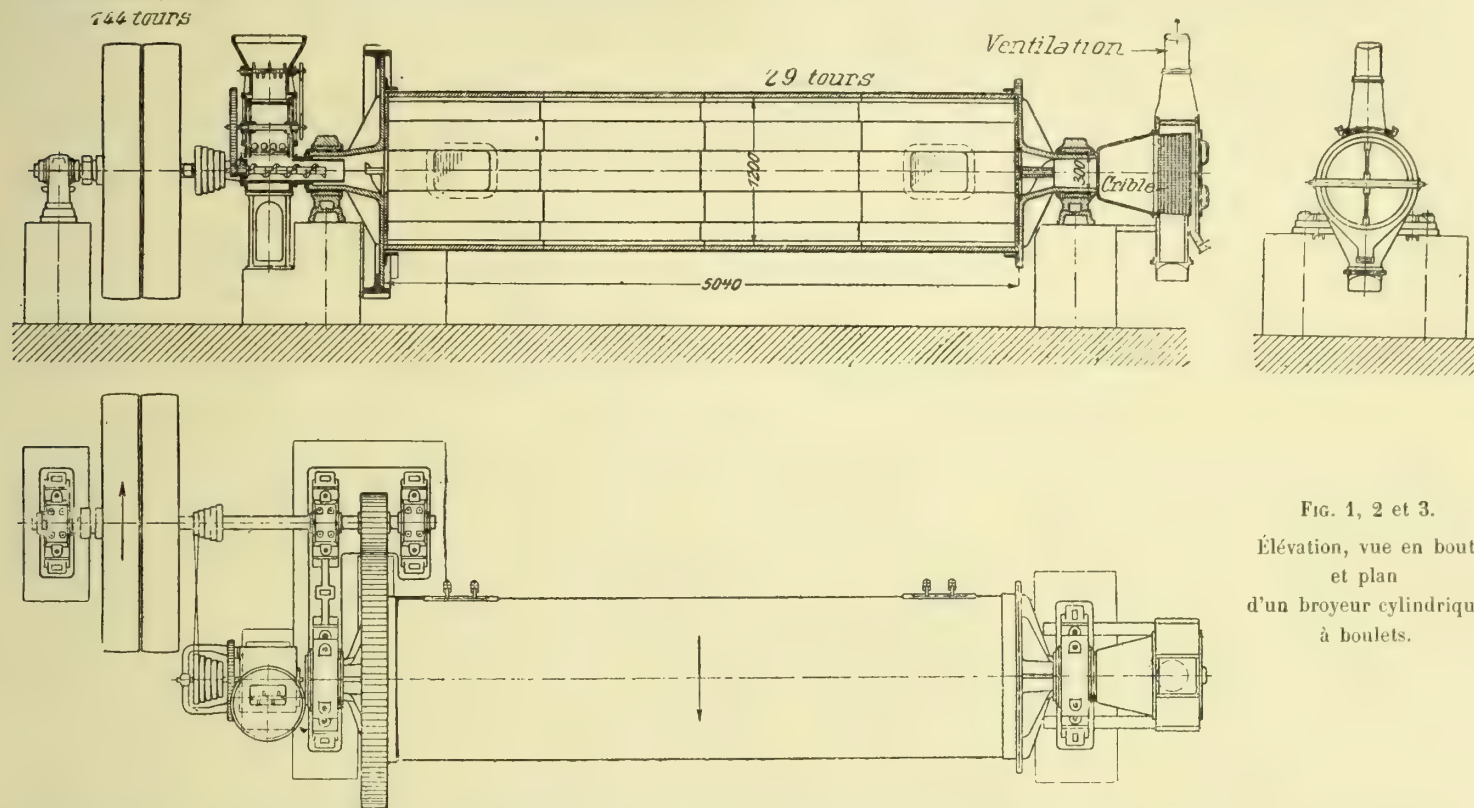
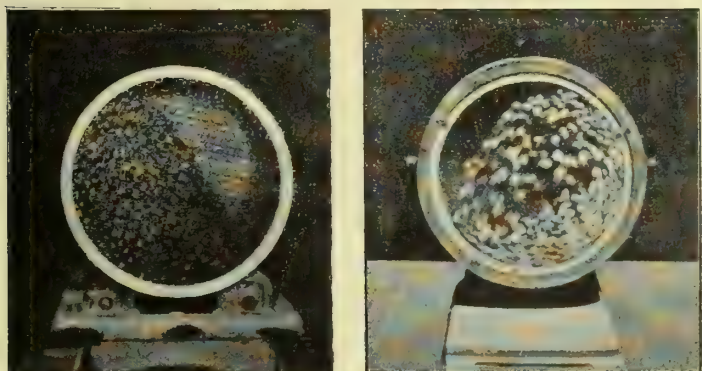


FIG. 1, 2 et 3.
Élévation, vue en bout
et plan
d'un broyeur cylindrique
à boulets.

sur plusieurs broyeurs d'essais à parois vitrées ou en treillis. Les photographies prises à différentes vitesses donnent d'utiles indications sur le mouvement des boulets.

On fait d'abord tourner le trommel où se trouvent seulement des boulets de 6 centimètres; sur le diamètre du tambour (1 mètre) les boulets occupent 0^m 45 de hauteur. Le foisonnement de leur masse commence vers la vitesse de 25 tours, et, aux vitesses supérieures, les



Diamètre du tambour : 1 mètre.
Vitesse : 32 tours.

Diamètre du tambour : 0^m 30.
Vitesse : 66 tours.

FIG. 4 et 5. — Vue en bout de broyeurs à boulets expérimentaux pendant leur fonctionnement.

boulets entraînés à la périphérie du cercle sont projetés dans l'espace, et retombent dans la masse à la partie inférieure (fig. 4 et 5).

D'autres expériences avec des matériaux ne produisant pas de poussière ont montré comment se comportaient les particules entraînées

par les boulets. La figure 6 montre bien l'aspect des différentes couches de plus en plus éloignées de la périphérie. En principe, un boulet A se détache de la paroi quand

$$mg \sin \alpha = \frac{mv^2}{r},$$

et suit une trajectoire AA₁A₂ définie par :

$$y = x \frac{\cos \alpha}{\sin \alpha} - x^2 \frac{g}{2v^2 \sin^2 \alpha}.$$

Les trajectoires de deux boulets A et B primitivement tangents divergent de plus en plus; de plus, les trajectoires des boulets rapprochés du centre commencent en des points A, B, C, de plus en plus voisins du diamètre horizontal.

La pulvérisation étant principalement produite par le choc de a sur b, la force vive doit être la plus grande possible, et il convient de régler la vitesse de façon que les boulets montent très haut sans arriver

au degré où ils resteraient collés à la paroi, cas extrême dans lequel l'effet utile n'existerait plus.

D'après l'auteur, la formule de vitesse ci-dessous donne de bons résultats :

$$n = \frac{32 \text{ à } 35}{\sqrt{D}}$$

D, diamètre du cylindre en mètres, n nombre de tours par minute.

La densité et la dureté des boulets seront choisies d'après les matières à traiter.

Quant à la progression de ces matières d'un bout à l'autre du cylindre, elle s'explique par ce fait que le treillis placé sur l'ocillard de sortie ne laisse passer que la poussière au degré voulu de finesse; les parties voisines ne se trouvant plus composées que de morceaux moins menus, la poussière des régions un peu plus éloignées vient en remplir les interstices, avant de franchir elle-même le grillage, et

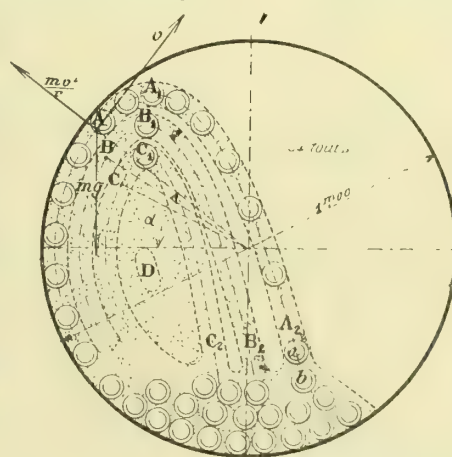


FIG. 6. — Schéma du mouvement des boulets dans un broyeur.

ainsi de suite de proche en proche dans toute la masse.

On construit des broyeurs de ce genre qui ont des diamètres de 1 mètre à 1^m 50 et jusqu'à 8 mètres de longueur. Un tel appareil a pu, par exemple, traiter par heure : 3^t 25 à 3^t 6 de calcaires en morceaux; 2^t 5 à 3^t 5 de ciment; 3 à 4 tonnes de scories métallurgiques, avec des cribles dont la finesse variait de 140 à 390 mailles par centimètre carré.

(1) Voir le Génie Civil, t. XLIV, n° 6, p. 89.

(2) Dans la Zeitschrift des Vereines deutscher Ingenieure.

SOCIÉTÉS SAVANTES ET INDUSTRIELLES

Académie des Sciences.

Séance du 16 août 1904.

Chimie minérale. — I. — Nouvelles recherches sur la liquéfaction de l'hélium. Note de Sir James DEWAR, présentée par M. H. Moissan.

L'auteur a déjà indiqué comment on peut utiliser le charbon de bois à basse température pour produire des vides très grands. Il a poursuivi ses expériences sur ce sujet au moyen de deux appareils comparables, l'un rempli d'hydrogène et l'autre d'hélium, et utilisé, dans ces nouvelles recherches, les tubes qui servent aux observations spectroscopiques; seulement à chacun de ces tubes était soudé un petit condenseur contenant 1 à 2 grammes de charbon de bois.

Les deux tubes sont remplis à la pression atmosphérique. Lorsqu'on trempe les petits condenseurs dans de l'hydrogène liquide, le vide devient tellement grand qu'aucune décharge ne peut traverser l'appareil. (C'est une expérience semblable à celle que M. Dewar a effectuée précédemment avec des tubes pleins d'azote et d'oxygène en utilisant l'air liquide comme source de froid.) Lorsque le tube à condenseur de charbon, rempli d'hélium, est refroidi dans l'hydrogène liquide, le vide produit est assez élevé pour que, sous l'action de la décharge, on obtienne le phénomène de phosphorescence.

Afin d'assurer tout à fait la condensation de l'hélium, M. Dewar dispose deux tubes renfermant de l'hélium de sources différentes dans de l'hydrogène liquide soumis à l'action du vide, afin d'atteindre la température de 15 degrés absolus. Dans chaque cas le vide est tellement grand qu'il est indispensable d'employer une bobine fournissant une étincelle de 40 centimètres dans l'air pour obtenir au milieu du tube une décharge phosphorescente intermittente, et ne donnant que le spectre continu du verre. Il ressort de ces expériences que le charbon est un bon absorbant de l'hélium à 20 degrés absolus, et l'est encore davantage à 15 degrés absolus.

D'un certain nombre d'expériences faites comparativement avec l'hydrogène il ressort que le point d'ébullition de l'hélium doit être voisin de 6 degrés absolus. Il reste encore à poursuivre ces expériences et à voir quel peut être le résidu resté dans le tube, mais ces nouvelles recherches confirment que le point d'ébullition de l'hélium ne se trouve pas au-dessous de 5 degrés absolus.

Dans ces expériences, et en utilisant la méthode de condensation par le charbon, l'auteur a pu démontrer l'existence de très petites quantités d'hélium dans les gaz en solution dans l'eau de pluie, dans l'eau de mer et même dans l'eau de la Tamise.

II. — Les alliages de zinc et de magnésium. Note de M. O. BOUDOUARD, présentée par M. Troost.

M. Boudouard, continuant ses recherches sur les alliages du magnésium, a étudié en détail ceux qu'il forme avec le zinc.

La courbe de fusibilité des divers alliages, construite en portant en abscisses les proportions, en poids de magnésium et en ordonnées les températures, présente un maximum ($t > 570$ degrés) et deux minima (355 degrés et 332 degrés). Le point maximum met en évidence l'existence d'une combinaison définie répondant à la formule $ZnMg^4$; l'étude microscopique conduit à admettre l'existence d'une autre combinaison de formule $ZnMg^4$.

La couleur des alliages zinc-magnésium est d'un blanc plus ou moins brillant.

Le métal à 10 % de zinc se scie et se lime bien; il se craquelle par le martelage. Au delà la fragilité augmente: le métal à 20 % finit par se casser sous le marteau, et celui à 30 % se brise entre les mâchoires de l'étau; la cassure est d'apparence grenue. De 50 à 90 %, le métal se casse net sous le marteau, quelquefois même sous le simple effort du sciage; il s'effrite facilement: la cassure est conchoïdale, ou à grain très fin comme dans l'alliage à 90 %.

Si l'on attaque le culot 90 Zn-10 Mg par la potasse concentrée (50 %) pendant deux à trois minutes, on observe, au grossissement 125, une série de plages alternativement blanches et noires; au grossissement 650, on reconnaît l'hétérogénéité des parties noires qui prennent alors l'aspect d'une perlite de grandes dimensions.

L'examen de la surface polie du culot 50 Zn-50 Mg laisse apparaître en bas-relief une belle cristallisa-

tion; sur le fond blanc de la préparation se détachent de jolies arborescences, cristaux d'une combinaison définie correspondant à la formule $ZnMg^4$. Le polissage des alliages de magnésium et de zinc est très facile.

III. — Propriétés et constitution des aciers au chrome. Note de M. LÉON GUILLET, présentée par M. A. DITTE.

Les aciers au chrome ont déjà donné lieu à des travaux importants de M. Brustlein, de M. Osmond et de M. Hadfield.

M. Guillet présente aujourd'hui à l'Académie les résultats, déjà publiés avec plus de détails par le *Génie Civil* (1), de ses recherches personnelles sur deux séries d'acier au chrome, l'une très peu carburée, l'autre renfermant 0,850 % de carbone.

Au point de vue industriel, les aciers à carbure double, trop fragiles, doivent être rejetés. De toutes les martensites examinées par l'auteur, celle du chrome présente la plus grande dureté. Ceci explique l'intérêt que présentent les aciers au chrome perlitique que l'on trempe pour la confection des outils.

Chimie physique. — Sur l'évolution de la structure dans les métaux. Note de M. G. CARTAUD, présentée par M. Moissan.

L'auteur a étudié autrefois l'aspect cellulaire que présente au microscope la surface libre de certains métaux solidifiés et les relations de la structure cellulaire avec les formes représentant des stades plus élevés en organisation, cristallinités et cristaux parfaits.

Doit-on voir, dans ces figures superficielles, l'inscription spontanée de la structure interne et profonde ou la manifestation de phénomènes localisés dans une couche épidermique? M. Cartaud en apporte aujourd'hui une preuve directe.

Les métaux qu'il avait étudiés, en raison de leur moindre oxydabilité à l'état fondu, étaient naturellement les plus fusibles (plomb, étain, zinc), mais aussi les plus mous. Ces métaux avaient échappé jusqu'à présent à la technique habituelle de la métallographie (polissage et attaque d'une section pratiquée mécaniquement dans un lingot). On se contentait de couler le métal à étudier sur une surface déjà polie. Il n'en est plus de même aujourd'hui.

Le plomb, dont le polissage présente le plus de difficultés, est aussi le métal qui fournit les résultats les plus probants. Une attaque par l'acide picrique en solution dans l'acétone y dessine un réseau cellulaire microscopique complètement fermé. L'aspect rappelle exactement celui d'un filet où les nœuds seraient représentés par les épaississements ponctuels du tracé linéaire du réseau. Si l'on soumet le métal à une succession alternative d'attaques par l'acide picrique et de polissages sur drap chargé d'oxyde de chrome, on élimine peu à peu la couche superficielle du métal écroui; en même temps, les lignes réticulaires s'amincissent et ne sont plus visibles, dans certaines régions, que par un effet de relief. Ce résultat, également observé sur le zinc, semble montrer que le réseau cellulaire n'est plus, actuellement, que le souvenir d'une organisation antérieure: un réseau témoin que l'écroutissage superficiel aurait ici la propriété précieuse d'accentuer, en agissant à la façon d'un révélateur.

L'attaque dessine encore un réseau à mailles incomparablement plus grandes que les mailles cellulaires. Ce sont les joints des cristaux de première consolidation, ceux qui persistent dans un métal vierge de déformation consécutive à la solidification. Cellules et cristaux présentent entre eux une évidente filiation.

La solidification brusque d'une veine de plomb fondu versée sur une lame de verre inclinée réalise, sur la surface qui s'est figée au contact du verre, une sorte de chronophotographie des étapes successives de l'évolution structurale du métal solidifié. Les cristallinités primitives, dont les axes se dessinent sous l'aspect d'ondulations parallèles, se limitent entre eux par un joint sinueux, limité d'une plage caractérisée par sa maille cellulaire. Au travers des sinuosités de ce point passe un joint rectiligne ou à grand rayon de courbure, à peu près comme le ferait, en coupant les méandres d'un fleuve, une ligne idéale marquant la direction moyenne de son cours. La corrosion chimique ou les microstries de déformation mécanique permettent d'identifier ce

dernier réseau avec le réseau intercrystallin de la structure actuelle et de ne voir dans les lignes sinueuses que le témoignage d'un équilibre structural antérieur. Les joints cristallins ont suivi les limites des plages cellulaires de même taille, mais en les rectifiant: c'est pourquoi ils coupent les cellules marginales primitives.

Cette tendance que semblent présenter les cristaux à s'affranchir peu à peu de leur moule cellulaire se manifeste plus nettement encore dans les parties d'un lingot déformées, puis recuites, spontanément ou artificiellement. Les contours cristallins parfaitement rectilignes deviennent alors dominants et s'accompagnent de macles. L'attaque de la section polie ne montre plus de relations entre les cellules et les joints cristallins, et la filiation n'est plus visible entre la structure cellulaire, embryonnaire, et la structure actuelle, cristalline, adulte.

Hydrodynamique. — Équation de deuxième approximation, pour l'écoulement des nappes d'eau infiltrées dans le sol et à faibles pentes. Note de M. J. BOUSSINESQ.

L'auteur poursuit les calculs commencés dans sa précédente note (1) sur les lois de l'écoulement des nappes d'eau infiltrées dans le sol.

A. B.

BIBLIOGRAPHIE

Revue des principales publications techniques.

CHEMINS DE FER

Essais effectués à la Compagnie d'Orléans avec les nouvelles locomotives compound. — La Compagnie d'Orléans a mis en service sur sa ligne Paris-Bordeaux, à la fin de l'année dernière, deux types de locomotives compound à quatre cylindres, analogues à ceux que possèdent déjà plusieurs autres Compagnies françaises, mais d'un modèle plus puissant. L'un est à quatre roues accouplées (type Atlantic) de 2 mètres de diamètre, pour trains rapides; l'autre, à six roues accouplées de 1^m 80 de diamètre, pour trains lourds de voyageurs. Les chaudières et les mécanismes sont identiques; seule, la disposition des essieux diffère dans ces deux types.

Les essais auxquels ils ont été soumis avaient pour but principal de déterminer la puissance maximum que ces machines pourraient réaliser en pratique. Des diagrammes d'indicateur ont été relevés dans toutes les circonstances de la marche; les efforts de traction et le travail au crochet du tender, ainsi que les vitesses, étaient enregistrés par les appareils du wagon-dynamomètre; enfin, on notait soigneusement les consommations de charbon et d'eau.

Il résulte de ces essais, qui ont été décrits dans le numéro de juillet de la *Revue générale des Chemins de fer*, que sur le trajet Paris-Tours et vice versa, des trains, ayant un tonnage variant de 220 à 352 tonnes, ont pu être remorqués à une vitesse moyenne de 92^{km} 37 à 96^{km} 8 à l'heure, avec une locomotive du type « Atlantic », et des trains dont le poids variait de 352 à 492 tonnes, à une vitesse moyenne de 76^{km} 87 à 87^{km} 95, avec une locomotive à trois essieux accouplés. La dépense d'eau s'est élevée à 0^m 04 environ par 1 000 kilogrammètres développés à la jante des roues motrices; la consommation de charbon a varié de 14^{kg} 7 à 22 kilogr. par kilomètre. Les travaux maxima soutenus, qui ont été relevés au crochet de traction, ont atteint 990 et 910 chevaux, pour chacun des deux types de machines précitées. Le travail indiqué sur les pistons aurait dépassé 1 800 chevaux. Il serait désirable que de nouvelles expériences vinssent confirmer ces résultats, qui, croyons-nous, n'ont encore été jamais obtenus jusqu'ici.

CONSTRUCTION DES MACHINES

Construction des pistons de moteurs à gaz. — Dans l'*American Machinist*, du 30 juillet, M. GARLAND décrit en détail la construction d'un piston, telle qu'elle est pratiquée à la Stickney Co. Les pistons sont moulés à la machine et les trous de l'axe ne traversent pas.

Le piston est percé et taraudé pour le montage

(1) Voir le *Génie Civil*, t. XLIV, n° 48, p. 284, et n° 49, p. 298.

(1) Voir le *Génie Civil*, t. XLV, n° 46, p. 270. (*Comptes rendus de l'Académie des Sciences.*)

sur le tour, ce montage étant préférable au serrage dans un mandrin. Après dressage de la face ouverte, on y applique un disque d'acier pour la contre-pointe qui maintient le piston pendant le tournage.

Les rainures des segments sont obtenues à l'aide de trois outils fendus et extensibles, permettant de maintenir leur écartement exact.

Après tournage, les pistons sont remplis de gazoline et soumis à une pression d'air de 5¹/₂ 6 pour vérifier leur étanchéité. A cet effet, ils sont fermés par un disque maintenu par une presse à mandrin.

Le piston est ensuite fixé dans un mandrin spécial pour le perçage et l'alésage du trou de l'axe, et sur un tour à révoluer pour le dressage intérieur des bossages.

A l'aide d'un outil spécial, on perce ensuite les trous des vis de pression.

On rectifie enfin le piston, après avoir eu soin de mettre en place l'axe, fixé par des vis de pression qui soumettent le piston à peu près aux mêmes efforts qu'il supportera finalement. La rectification est faite à ¹/₁₀₀ de millimètre, la partie postérieure du piston étant réduite à un diamètre ⁵/₁₀₀ de millimètre plus petit que le reste, afin de prévoir la dilatation.

DISTRIBUTIONS D'EAU

Réunion annuelle de la British Association of Water-Works Engineers. — Cette réunion a eu lieu les 9 et 11 juin à Hull. Les principaux mémoires qui ont été présentés ou sujets qui y ont été discutés sont les suivants :

Coût du fonctionnement des pompes élévatoires, par MM. A. H. MEYSEY-THOMPSON et H. LUPTON ;

Emplois comparés de l'argile et du béton pour les noyaux imperméables des murs de réservoirs en terre, par M. W. WATTS ;

Organisation et contrôle par l'État des services d'eaux, par M. R. E. MIDDLETON ;

Essais pour la détermination du rendement dans le système d'élévation directe de l'eau par l'air comprimé à l'installation de Birkenhead, par M. J. W. RICHARDSON ;

Ce qu'il faut entendre par eau pure et salubre et eau polluée, par M. J. C. THRASH ;

Extension du service des eaux de Warrington, par M. G. MITCHELL.

ÉLECTRICITÉ

La perte dans le fer dans les transformateurs en charge. — Plusieurs observateurs ont trouvé que la perte dans le fer des transformateurs diminue lorsque la charge du secondaire augmente.

M. E. S. JOHANNOTT publie dans l'*Electrical World*, du 2 juillet, le résultat d'expériences qu'il a faites à l'aide du phasemètre de Rayleigh, en vue d'éclaircir cette question. Ses conclusions sont les suivantes (l'induction étant supposée maintenue constante) :

1° Dans un transformateur qui présente une fuite magnétique importante entre les circuits primaire et secondaire, on constate, dans le champ primaire, une diminution apparente de la perte dans le fer, du courant d'excitation et du cosinus de l'angle entre ce courant et la force électromotrice induite, lorsque la charge du secondaire augmente ; dans le champ du secondaire, on constate une augmentation apparente de ces mêmes facteurs ;

2° Dans un transformateur ayant peu de fuite, la perte d'énergie dans le fer, le courant exciteur, et sa phase ne changent pas.

Le courant électrique perdu et non facturé. — L'*Electrical World*, du 25 juin, reproduit presque intégralement un mémoire de M. C. W. HUMPHREY, accompagné de graphiques se rapportant au réseau électrique de Denver.

L'auteur étudie les causes de perte dans une distribution d'énergie électrique. Ces pertes comprennent celles dans le fer des transformateurs, celle dans les circuits primaires et secondaires, celles dans les shunts des compteurs.

Les pertes dans le fer des transformateurs sont mesurées périodiquement, sur les appareils en place, à l'aide d'une petite installation portative. La méthode reconnue la plus pratique pour la détermination des pertes primaires et secondaires a été le calcul d'après la courbe des intensités, mais en partant des résistances mesurées, les résistances calculées étant toujours plus faibles que les résistances réelles. En ce qui concerne la répartition de la charge entre les divers transformateurs, il est nécessaire de faire certaines hypothèses dont l'exac-

tude a été reconnue, étant donné que les transformateurs sont choisis, non pour la charge connectée, mais pour le débit réel. La perte dans le conducteur neutre est négligeable moyennant une répartition systématique de la charge sur les deux ponts.

En portant ainsi sur un graphique pendant une certaine période de temps, d'une part le courant vendu, d'autre part le courant produit et les diverses pertes, on constate une différence qui correspond à une perte inconnue, qu'on doit s'appliquer à réduire (fuites, etc.).

Dans le cas particulier que cite l'auteur, les vols d'électricité constituaient la majeure partie de cette perte inconnue ; ils se pratiquaient, soit en branchant des lampes avant le compteur, soit en faisant retarder celui-ci par des manœuvres frauduleuses. L'auteur estime que la seule façon de les éviter totalement serait de monter les compteurs sur les poteaux, ce qui, dans les districts compacts, nécessiterait de placer plusieurs compteurs sur un même poteau.

La station électrique de Neepsend, à Sheffield. — La nouvelle station de Sheffield, située à environ 3¹/₂ 600 du centre de la ville, peut recevoir actuellement 6 000 kilowatts de matériel générateur, dont 3 000 déjà installés. La puissance finale pourra atteindre 24 000 kilowatts.

L'*Electrical Review* la décrit dans ses numéros des 15 et 22 juillet.

Les chaudières sont à chauffe automatique et tirage artificiel induit. L'air admis aux foyers est préalablement réchauffé par un appareil situé sur le trajet des gaz brûlés.

Les deux groupes électrogènes sont des turbo-alternateurs diphasés de 1 500 kilowatts, à la tension de 2 200 volts et à la fréquence 50. La condensation se fait par surface. Les pompes à air et les pompes de circulation sont actionnées par des moteurs diphasés. Chaque turbine actionne directement son excitatrice, et un convertisseur de 50 kilowatts sert de réserve.

L'usine contient une petite sous-station comprenant deux transformateurs de 40 kilowatts à 100 volts, avec enroulement sectionné permettant de maintenir constante la tension secondaire, malgré la variation de tension primaire nécessitée par le reste de la distribution. La même sous-station renferme trois transformateurs de 100 kilowatts à 200 volts, alimentant le circuit de force.

Les sous-stations réparties sur le réseau sont de types divers et de puissances variées ; l'auteur en cite quelques exemples. Il termine par quelques renseignements permettant d'apprécier les progrès de l'entreprise.

La capacité électrostatique des fils. — L'*Electrical Review*, du 25 juin, reproduit, d'après l'annuaire de l'Université du Minnesota, une étude de M. G. D. SHEPARDSON, où l'auteur établit, pour les principaux cas qui se présentent dans la pratique, les formules qui donnent la capacité C en fonction du rayon r des conducteurs et de la distance D qui les sépare. Nous nous contenterons d'en reproduire les résultats :

1° Capacité de deux conducteurs parallèles :

$$C = \frac{0,000\,000\,120\,8}{\log \frac{D}{r}} \text{ microfarads par centimètre de longueur ;}$$

2° Capacité entre un conducteur aérien et la terre :

$$C = \frac{0,000\,000\,241\,6}{\log \frac{2h}{r}} \text{ microfarads par centimètre de longueur ;}$$

(h étant la distance au-dessus du sol) ;

3° Capacité d'une ligne triphasée (entre un conducteur et le neutre) :

$$C = \frac{0,000\,000\,241\,6}{\log \frac{D}{r}} ;$$

D étant la distance entre les conducteurs, supposés aux sommets d'un triangle équilatéral.

L'auteur examine également les conducteurs concentriques, et étudie l'influence de la terre sur la capacité entre deux fils.

Sur le vieillissement des tôles de dynamos. — L'*Electrotechnische Zeitschrift*, du 16 juin, publie les travaux entrepris séparément par MM. STERN, EPSTEIN et SOSCHINSKI, au sujet de l'influence du

temps sur les propriétés magnétiques des tôles. Les mesures ont porté : partie sur des tôles ordinaires, partie sur des tôles alliées d'aluminium et de silicium ; elles étaient maintenues à diverses températures. Les résultats généraux ont été les suivants :

A la température ordinaire, la perte dans le fer n'augmente que pendant quelques mois.

Certaines tôles ne manifestent aucun vieillissement. La plupart accusent une augmentation de perte de 3 à 8 % ; exceptionnellement, cette augmentation atteint 25 %.

Les tôles alliées ont donné un vieillissement plus accentué (15 % et 33 %).

L'augmentation de la perte ne portait que sur l'hystérésis ; les courants de Foucault restaient constants et ont même diminué de 12 et 17 % dans les tôles alliées.

L'électricité à l'Exposition de Saint-Louis. — L'*Electrical World*, du 7 mai, publie plusieurs articles sur l'Exposition de Saint-Louis. Nous signalons simplement ces articles descriptifs, accompagnés de plans et de photographies.

Le premier a pour titre : L'électricité à l'Exposition de Paris et à l'Exposition de Saint-Louis. La comparaison faite à principalement pour objet de faire ressortir le caractère plus grandiose de l'Exposition américaine.

Les suivants sont intitulés : L'installation des expositions dans le Palais de l'Électricité, à Saint-Louis. — Les constructions électriques et mécaniques dans l'usine de l'Exposition. — L'exposition des machines, à Saint-Louis. — Une liste des exposants électriciens constitue le dernier article.

MÉCANIQUE

Le nouveau laboratoire d'essais des matériaux à l'École technique supérieure de Berlin. — L'École technique supérieure de Berlin possède, depuis le mois d'avril dernier, un nouvel et important établissement, qui occupe en bordure de la route de Berlin à Potsdam, auprès de la gare de Gross-Lichterfelde Ouest, un terrain de 5 hectares.

C'est là, dans une série de bâtiments à plusieurs étages, qu'est installé le laboratoire d'essais des matériaux qui avait été adjoint à l'école depuis 1879, remplaçant diverses organisations antérieures, et qui avait pris de plus en plus d'importance. La grandeur des bâtiments a permis d'y installer également les laboratoires de recherches chimiques et métallographiques.

Une commission de surveillance, en rapport avec les différents ministères intéressés au fonctionnement de ces laboratoires, en contrôle les travaux.

Le laboratoire étudie et expérimente tous les procédés, machines et appareils relatifs à l'essai des matériaux d'un emploi général, ainsi que ces matériaux eux-mêmes, soit pour le compte des industriels moyennant redevance, soit pour le compte des administrations publiques. Il sert de laboratoire pratique pour les étudiants de l'École, et forme des préparateurs spécialisés dans les essais de matériaux.

Des six sections que comporte l'établissement, la première s'occupe de l'essai des organes de machines et des appareils qui y sont destinés. La deuxième est consacrée à l'étude des matériaux de construction, naturels ou artificiels (pierres, mortiers, béton, ignifuges, etc.).

La troisième section a pour objet le contrôle des matériaux textiles et du papier, notamment des papiers utilisés par le Gouvernement (timbre, billets). L'étude métallographique, microscopique et métallurgique des métaux est réservée à la quatrième section, tandis que la cinquième a pour objet les recherches de chimie générale, et aussi les essais de combustibles, les analyses d'eaux et de minerais, l'étude des matières colorantes. Enfin la sixième section s'occupe des huiles et lubrifiants divers.

Les bâtiments comprennent un grand pavillon central à trois étages, flanqué de deux bâtiments en retour d'équerre à deux étages seulement. D'autres pavillons secondaires et l'usine d'énergie sont répartis dans l'enceinte de l'établissement. La plupart sont couverts en terrasses.

La surface occupée par les salles de toutes sortes dépasse 3 700 mètres carrés au rez-de-chaussée et 6 000 mètres carrés aux étages supérieurs.

Une description détaillée de ce laboratoire, avec plans d'ensemble et indications relatives à la construction des bâtiments, à la répartition des locaux entre les six sections, et aux principales machines installées, a été publiée par M. Max GUTH, dans le *Zentralblatt der Bauverwaltung*, des 2, 9 et 16 juillet.

Un autre article, plus spécialement consacré à l'outillage très important du laboratoire, a été publié par la *Zeitschrift des Vereines deutscher Ingenieure*, des 9, 16 et 30 juillet. On y trouvera notamment la description de la machine pour essais de torsion, d'un manomètre à mercure spécial, d'un appareil à essayer les bouteilles à gaz, d'un four électrique, d'un appareil pour essais de Brinell, d'une machine à éprouver les tubes, d'un contrôleur de lubrifiants, d'un mouton pendulaire, d'une scie à diamants pour essai des matériaux de construction, de malaxeurs et broyeurs de mortier, de plusieurs appareils à essayer le papier, de l'installation photomicrographique, enfin de nombreuses presses hydrauliques destinées aux épreuves les plus variées.

Un très grand nombre de ces machines ont été étudiées par M. Martens, directeur du laboratoire.

MÉTALLURGIE

Ventilateurs pour cubilots. — L'*American Machinist*, du 16 juillet, publie un extrait d'un mémoire de M. C. CARRIER, relatif aux proportions des cubilots et ventilateurs pour un travail donné. Nous en extrayons les formules empiriques suivantes : Poids W (en livres par heure) de métal que peut fondre un cubilot de diamètre intérieur D (pouces) sous une pression p (onces par pouce carré) :

$$W = 2D^2 \sqrt{p}.$$

Volume d'air C (pieds cubes par minute) nécessaire pour les diverses dimensions de cubilots :

$$C = \frac{D^2 \sqrt{p}}{2}.$$

Puissance P en chevaux nécessaire pour le ventilateur, ayant un rendement supposé de 60 % :

$$P = \frac{D^2 \sqrt{p^3}}{3800}.$$

MINES

Les mines d'argent de Strebrenitz, en Bosnie. — M. BORDEAUX décrit, dans la *Revue industrielle des Mines*, de mai 1904, les anciennes et célèbres mines d'argent de Strebrenitz, entre la Bosnie et la Serbie. Après avoir donné un court aperçu du massif montagneux dans lequel ces mines sont situées, et rappelé en quelques mots ce que devait être l'ancienne exploitation, l'auteur examine le système filonien de Strebrenitz ; il étudie tout d'abord les deux filons *Kallay* et *Andrian*, ainsi que leur croiseur *Duc-de-Wurtemberg*, qui constituent la partie la plus étendue des anciennes exploitations ; il passe ensuite en revue la région minière du sud-ouest et de l'ouest qui était exploitée du côté de Strebrenitz et qui comprenait les exploitations de la *Tsrvena-rjeka*, d'*Olovina* et de *Vitlovitsé*.

Par leur étendue, les filons de Strebrenitz sont dignes d'être comparés aux plus puissants filons connus en Europe ; leur richesse, malgré les recherches nouvellement faites, ne paraît pas correspondre en profondeur à ce qu'elle a dû être aux niveaux supérieurs.

La teneur moyenne des minerais analysés par Patera donne 61 % de plomb et 1^{re} 240 d'argent à la tonne ; cependant, quelques échantillons ont fourni 5 à 6 kilogr. d'argent à la tonne.

Après plusieurs années de travaux, on a abandonné l'exploitation des minerais de plomb argentifères, comme pauvres, et l'on s'est borné à installer une mine de fabrication d'ocre qui est assez prospère. Une véritable source de richesse pour ce pays a été créée par la découverte des sources arsénicales et sulfureuses de Gouber, qui exportent déjà plus d'un million de bouteilles par an dans toute l'Europe et jusqu'en Amérique.

PHYSIQUE INDUSTRIELLE

Les économies dans la chaufferie. — L'*Electrical Review*, du 15 juillet, publie un extrait d'un mémoire où M. R. S. DOWNE étudie les meilleurs moyens à employer, dans une station centrale, pour réduire au minimum le poids de combustible par kilowatt-heure produit.

Le coefficient d'utilisation a une influence marquée sur le rendement.

Il est désirable de réduire au minimum le nombre de chaudières allumées, sauf à recourir au tirage forcé pendant les heures de pleine charge.

Le coefficient personnel du chauffeur joue un grand rôle, et il y a généralement lieu d'intéresser le personnel dans les économies.

L'auteur est partisan d'une surchauffe modérée et régulière, bien qu'il en résulte une économie de combustible moindre que l'économie de vapeur. Il ne pense pas que d'une façon générale la chauffe mécanique réalise une économie. Il considère la plupart des foyers comme mal appropriés à l'usage des combustibles gras, et fait ressortir l'avantage d'une haute température initiale. Il recommande l'analyse sommaire des charbons, et conseille de traiter directement avec les mines afin de s'assurer des livraisons uniformes. Il considère comme très utile l'analyse des gaz brûlés, et est partisan du réchauffage de l'eau d'alimentation au besoin par foyer séparé.

Ouvrages récemment parus.

Traité élémentaire des enroulements des dynamos à courant continu, par F. LOPPÉ, Ingénieur des Arts et Manufactures, professeur d'électricité industrielle à l'École municipale professionnelle Diderot. — Un volume in-16 de 80 pages, avec 14 figures et 12 planches. — Gauthier-Villars, éditeur, Paris, 1904. — Prix : 2 fr. 75.

L'étude des enroulements des dynamos à courant continu présente une certaine aridité, aussi M. Loppé, s'adressant à un auditoire professionnel, s'est-il préoccupé de traiter la question très simplement, avec un emploi aussi fréquent que possible des figures schématiques.

Il étudie successivement les enroulements des dynamos bipolaires (en anneau, en tambour à une ou deux couches) et multipolaires (anneau ou tambour).

Les Instruments de précision, en France, par Maurice d'OCAGNE, Ingénieur des Ponts et Chaussées, Chef du Service des cartes, plans et instruments de précision des Travaux publics. — Une brochure in-8° de 70 pages, illustrée de 22 gravures. — Gauthier-Villars, éditeur, Paris, 1904. — Prix : 2 francs.

M. d'Ocagne vient de publier une seconde édition de sa brochure sur les instruments de précision (1), où de nombreuses photographies permettent d'apprécier plus complètement les appareils signalés par l'auteur comme particulièrement intéressants.

Parmi ces appareils, dont quelques-uns n'existent qu'à un seul exemplaire, citons : le comparateur universel, le baromètre et la balance de haute précision du Bureau international des Poids et Mesures ; le grand cercle méridien de l'observatoire de Toulouse, le Sidérostat de l'Exposition de 1900, etc.

Remarques sur la stabilité des bateaux à hélice dans le roulis et les girations, par A. DUROY DE BRUIGNAC, Ingénieur des Arts et Manufactures. — Une brochure in-8° de 56 pages, avec 11 figures. — Béranger, éditeur, Paris, 1904. — Prix : 3 fr. 50.

Dans la première partie de cet opuscule, M. Duroy de Bruignac étudie la stabilité dans le roulis. Cette stabilité est généralement appréciée au moyen des centres de carène et du métacentre, des bras de levier des couples de redressement, et du moment d'inertie du bateau. L'auteur indique une méthode simplifiée qui dispense du métacentre.

La seconde partie est consacrée à la stabilité dans les girations : force de dérive, tendance centrifuge et moyens de la combattre, gouvernails latéraux, gouvernails compensés, gouvernail multiple.

INFORMATIONS

X^e Congrès international de Navigation, à Milan, en 1905.

Conformément à la décision de l'Association internationale permanente instituée à la suite du Congrès de Dusseldorf, en 1902 (2), le X^e Congrès international de Navigation se tiendra à Milan du 24 au 30 septembre 1905.

Les questions traitées à ce congrès dont le choix a été fait par la Commission permanente, réunie à Bruxelles le 2 mai 1904, seront les suivantes :

- (1) Voir le *Génie Civil*, t. XLIV, n° 4, p. 64.
- (2) Voir le *Génie Civil*, t. XLI, n° 13, p. 206.

I. NAVIGATION INTÉRIEURE.

A. — Questions.

- 1^{re} De l'utilité et de l'organisation des transports mixtes, c'est-à-dire par chemin de fer et voies navigables ;
- 2^{re} Influence de la destruction des forêts et du dessèchement des marais sur le régime et le débit des rivières ;
- 3^{re} Étude des systèmes propres à racheter les grandes chutes entre les biefs des canaux ;
- 4^{re} Développement de la navigation intérieure au moyen de bateaux à petit tirant d'eau. Mode de construction et moteurs.

B. — Communications.

- 1^{re} Étude sur les moyens de réaliser une jonction par voie d'eau intérieure à travers les Alpes entre la Méditerranée, l'Adriatique et l'Europe centrale ;
- 2^{re} Étude économique et technique de la traction mécanique des bateaux sur les fleuves, les canaux et les lacs ;
- 3^{re} De l'hypothèque sur les bateaux de navigation intérieure ;
- 4^{re} Les fleuves coulant au sud des Alpes ont-ils des caractères et présentent-ils des conditions hydrauliques tels qu'il soit impossible d'y établir des barrages mobiles comme ceux en usage dans les fleuves du nord, à l'effet de relever le niveau des basses eaux et de réaliser le mouillage nécessaire à la navigation ?
- 5^{re} Étude des effets produits par l'ouverture des canaux de navigation sur le régime des eaux souterraines ;
- 6^{re} Résultats obtenus par le dragage sur les seuils des rivières ; organisation technique et administrative des travaux exécutés à cet effet.

II. NAVIGATION MARITIME.

A. — Questions.

- 1^{re} Amélioration de l'embouchure des fleuves débouchant dans les mers sans marée ;
- 2^{re} Progrès dans les moyens de propulsion des navires. Conséquence au point de vue des chenaux et des ports ;
- 3^{re} Exposé des divers modes d'exploitation et d'administration des ports maritimes. Leur influence sur le développement du trafic ;
- 4^{re} Construction des môles extérieurs des ports en ayant égard à la puissance des vagues auxquelles ils doivent résister. Évaluation de cette puissance.

B. — Communications.

- 1^{re} Progression rapide des dimensions des navires à vapeur et à voiles. Leur immersion. Conséquences pour les ports, canaux et accès ;
- 2^{re} Emploi des combustibles liquides pour la navigation ;
- 3^{re} Transport des marchandises par les *ferry-boats* ;
- 4^{re} Compte rendu des travaux les plus récemment exécutés dans les principaux ports maritimes ;
- 5^{re} Responsabilité des propriétaires des navires à l'égard des particuliers ou des administrations publiques ;
- 6^{re} Signaux des côtes. Bateaux-phares. Télégraphie sans fil ;
- 7^{re} Mesures prises par les gouvernements pour protéger la navigation maritime. Primes, tarifs réduits par chemin de fer pour les marchandises destinées à être transportées par mer.

Les mémoires seront rédigés en italien, en français, en anglais ou en allemand. Ils ne devront pas dépasser vingt pages chacun.

Des excursions scientifiques seront organisées pendant la durée du Congrès et ses adhérents pourront visiter les grandes installations hydro-électriques de la Lombardie ainsi que les ports importants de l'Italie (1).

École nationale supérieure des Mines.

Liste des élèves ayant obtenu le diplôme supérieur d'Ingénieur civil des Mines.

Par décision du ministre des Travaux publics, le diplôme supérieur d'Ingénieur civil des Mines est accordé aux élèves externes et étrangers sortant de l'École nationale supérieure des Mines dont les noms suivent :

I. — Élèves français.

MM. Dupont, Guillet, Fournel, Daussy, Legrand (Henri), Gouge, Lestelle, Dulac, Dutermie, Pieyre (de Maudiargues), Aguilhon, Pocquet de Livonnière, Quantin, Persoz, Cocu, Bernard (Auguste), Claus, de Rothschild (Robert), Manent, Solacroup, Witier, Gillet de Chalonge.

II. — Élèves étrangers.

MM. Joudelevski, Grunberg, Antippa, Georgacopoulos, Corbesco, Schwarz, Émilian.

(1) Les demandes d'adhésion doivent être adressées à M. Edmondo SANJUST DI TEULADA, Ingénieur en chef du Génie Civil, secrétaire général du Congrès, Via Sala, n° 3, Milan.

Le Gérant : H. AVOIRON.

IMPRIMERIE CHAIX, RUE BERGÈRE, 20, PARIS.

LE GÉNIE CIVIL

REVUE GÉNÉRALE HEBDOMADAIRE DES INDUSTRIES FRANÇAISES ET ÉTRANGÈRES

Prix de l'abonnement par an. — Paris : 36 francs; — Départements : 38 francs; — Étranger et Colonies : 45 francs. — Le numéro : 1 franc.

Administration et Rédaction : 6, rue de la Chaussée-d'Antin, Paris.

SOMMAIRE. — **Tramways** : Le tramway électrique du Mont-Blanc. Section du Fayet-Saint-Gervais à l'Aiguille du Goûter (*planche XIX*), p. 289; L-Colonel G. ESPITALIER. — **Physique industrielle** : La force motrice à l'Exposition de Saint-Louis. Installation des générateurs de vapeur, p. 297; L. PIAUD. — **Matériaux de construction** : Comparaison des pouvoirs couvrants du blanc de zinc et de la céruse, p. 299. — **Variétés** : Nouveau mode

d'attache des éprouvettes métalliques, p. 300; — Procédé de galvanisation au gris de zinc, p. 300; — Agrandissements du port de Douvres, p. 301; — Chauffage à l'eau chaude, système Brückner, p. 301. SOCIÉTÉS SAVANTES ET INDUSTRIELLES : Académie des Sciences (22 août 1904), p. 302. — BIBLIOGRAPHIE : Revue des principales publications techniques, p. 302; — Ouvrages récemment parus, p. 304.

Planche XIX : Tramway électrique du Mont-Blanc.

TRAMWAYS

LE TRAMWAY ÉLECTRIQUE DU MONT-BLANC

Section du Fayet-Saint-Gervais à l'Aiguille du Goûter.

(Planche XIX.)

Un décret, en date du 3 août dernier, vient de déclarer d'utilité pu-

viron du premier terminus. Il n'a pas semblé possible d'établir un avant-projet, même sommaire, de la section comprise entre ces deux points, avant qu'on n'ait réalisé une première installation suffisamment rapprochée de ces parages pour permettre d'étudier à loisir et avec quelque suite la nature des roches enfouies sous la glace. Cette dernière partie de la voie ferrée est néanmoins comprise dans les prévisions du programme, comme le complément éventuel de l'entreprise. En attendant cet achèvement, les touristes parvenus au terminus provisoire pourront gagner le sommet suprême en utilisant l'habituel



FIG. 1. — LE TRAMWAY ÉLECTRIQUE DU MONT-BLANC : Panorama du Mont-Blanc, vu du Prarion.

blique et d'approuver la concession faite par le Conseil général de la Haute-Savoie d'une ligne de tramway électrique destinée à conduire les touristes du Fayet au sommet du Mont-Blanc. La première section, qui va être immédiatement entreprise, les déposera à l'Aiguille du Goûter à une altitude de 3 840 mètres. La cime extrême du Mont-Blanc est à la cote 4 810 mètres et à une distance de 2 000 mètres en-

attirail de l'alpiniste et les guides nécessaires. Ils trouveront dans cette excursion l'attrait mêlé d'émotions de l'ascension de montagne; mais ils auront évité la fatigue excessive d'une expédition qui, aujourd'hui, ne dure pas moins de trois jours et présente des chances d'accidents que les statistiques évaluent à 4 0/0. Ces diverses raisons, la dépense elle-même du voyage qui atteint com-

munément 250 francs, limitent singulièrement le nombre des privilégiés susceptibles d'accomplir cette prouesse. Elle comporte des qualités d'énergie et d'endurance que ne possède pas le commun des mortels. Aussi ne faut-il pas s'étonner si, depuis l'époque où, en 1787, le célèbre physicien Saussure et son guide Balmat, après neuf tentatives infructueuses, réalisèrent les premiers l'ascension, bien que l'opération ait été singulièrement simplifiée par la suite grâce à l'expérience acquise, deux mille alpinistes tout au plus ont, jusqu'à ce jour, atteint le sommet du Mont-Blanc.

Tout le monde ne peut pas se faire hisser en traîneau par le procédé un peu compliqué qu'employa M. Janssen pour parvenir à son observatoire. Du jour, d'ailleurs, où d'industriels Ingénieurs avaient posé des rails et des crémaillères, comme des échelles, au flanc de tous les pics secondaires des Alpes, on ne pouvait plus reculer devant l'escalade du roi des sommets européens.

C'est que le prodigieux développement de l'alpinisme nous a créé des besoins inconnus de nos pères. Ceux-ci eussent été fort étonnés qu'on leur parlât de construire des chemins de fer funiculaires ou à crémaillère sur la pente abrupte des montagnes, pour le seul plaisir de les gravir et en dehors de toute prévision de trafic purement commercial. Cependant les nombreuses lignes de ce genre exécutées, en Suisse surtout, depuis dix ou quinze ans à peine, montrent que ce ne sont pas des entreprises aléatoires. Les seules objections peut-être ont été émises par les fervents du culte de la nature, et elles sont d'ordre esthétique : on crie à la profanation, comme on a dénoncé avec indignation l'industrialisation des sites les plus admirables des Alpes suisses, par la construction d'usines et d'hôtels qui en altèrent, dit-on, la sauvage grandeur. Il semble que la nature appartient aux seuls vaillants capables de l'affronter et de la conquérir par leurs propres moyens : c'est la violer sans doute que d'y tracer des routes et de la peupler d'auberges.

Il nous suffit de noter cette querelle qui s'écarte trop du point de vue spécial auquel des Ingénieurs doivent envisager les choses, pour



Fig. 2. — Carte des voies d'accès au Mont-Blanc.

que nous nous y arrêtons. Ce qui nous intéresse, en effet, le problème étant posé, c'est uniquement la solution qu'il comporte.

Dès aujourd'hui, les chemins de fer de montagne sont en assez grand nombre pour constituer une branche nouvelle des travaux publics. On sait exactement à quoi s'en tenir sur les travaux qu'entraîne une pareille entreprise, sur les meilleurs moyens de la réaliser, et l'on peut même en évaluer, sans trop de crainte, le rendement probable.

On ne peut guère citer, en France, que deux lignes à fortes rampes offrant les caractères de véritables chemins de fer d'ascension : la ligne du Salève, où des voitures électriques automotrices s'élèvent à 1171 mètres de hauteur sur un parcours de 9 kilom., et la ligne d'Aix-les-Bains au Revard (1), où la vapeur permet d'accomplir un travail à peu près équivalent. Il existe, il est vrai, une troisième ligne du Fayet à Chamonix (2), mais cette ligne construite par le P.-L.-M., ne saurait servir d'exemple ici. Elle emprunte à l'électricité, il est vrai, l'énergie

nécessaire ; mais la hauteur verticale qui sépare les deux stations extrêmes est assez faible pour ne pas exiger, sur un parcours total de 19 kilom., des pentes dépassant 90 millimètres, ce qui a permis de supprimer toute crémaillère et de se contenter d'un frein spécial très puissant pour la descente.

En Suisse, au contraire, les nécessités d'une topographie particulièrement accidentée ont donné naissance à quarante-sept lignes à fortes rampes, dont vingt-deux ont dû recourir à la crémaillère ou à la traction funiculaire. On en peut citer douze qui ont pour but unique de conduire les touristes au sommet de sites alpestres dont l'altitude dépasse 1 000 mètres, et, parmi ces dernières, la plus récente a pour objet de permettre l'ascension de la Jungfrau. Le projet et la construction de ce chemin de fer ont fait l'objet, dans le *Génie Civil* (1), d'études très complètes qui fixent d'une façon définitive les procédés pratiques

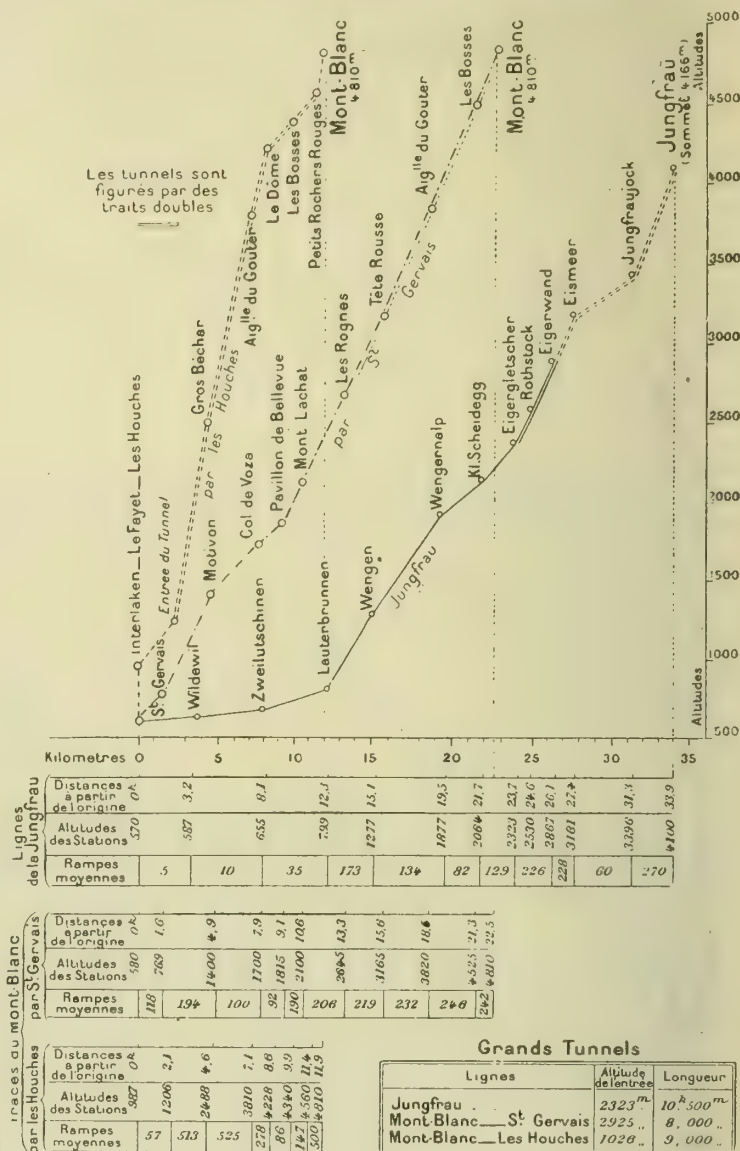


Fig. 3. — Profils en long comparatifs de la ligne de la Jungfrau et des deux tracés proposés pour le Mont-Blanc.

d'exécution de semblables travaux. Le sommet de la Jungfrau est à 4166 mètres d'altitude (fig. 3) ; la voie atteint dès à présent, à la cote 2867, la station européenne la plus élevée après le Gornergrat (2) qui est fièrement campé à 3160 mètres au-dessus du niveau de la mer et où l'on parvient en partant de Zermatt, par un trajet de 9 097 mètres de longueur.

Si l'on compare ces altitudes à celle du Mont-Blanc qui domine le Gornergrat de 1 650 mètres, on pourrait craindre que cet excédent de hauteur à franchir n'opposât précisément des difficultés exceptionnelles à l'exécution. Mais, pour répondre définitivement à toutes les hésitations techniques, il suffit de rappeler qu'il existe, en Amérique, trois lignes franchissant des faîtes à peu près aussi élevés. C'est d'abord, dans le Pérou méridional, à la traversée des Andes entre le Pacifique et le lac Titicaca, la ligne de Mollendo à Puno, qui atteint l'altitude de 4460 mètres à Crucero-Alto. C'est aussi, dans les Montagnes Rocheuses du Colorado, la ligne à crémaillère construite en 1889-1890, de Manitou au

(1) Voir le *Génie Civil*, t. XXV, n° 1, p. 14 ; t. XXIV, n° 40 et 21, p. 159 et 335 ; t. XXIV, n° 25 et 26, p. 393 et 413 ; t. XIV, n° 7 et 8, p. 405 et 421.

(2) Voir le *Génie Civil*, t. XL, n° 9 et 10, p. 133 et 149.

(1) Voir le *Génie Civil*, t. XXV, n° 1, p. 14 ; t. XXIV, n° 40 et 21, p. 159 et 335 ; t. XXIV, n° 25 et 26, p. 393 et 413 ; t. XIV, n° 7 et 8, p. 405 et 421.

(2) Voir le *Génie Civil*, t. XXXII, n° 12, p. 193.

TRAMWAY ÉLECTRIQUE DU MONT BLANC
1^{re} Section du Fayet-St Gervais à l'Aiguille du Goûter

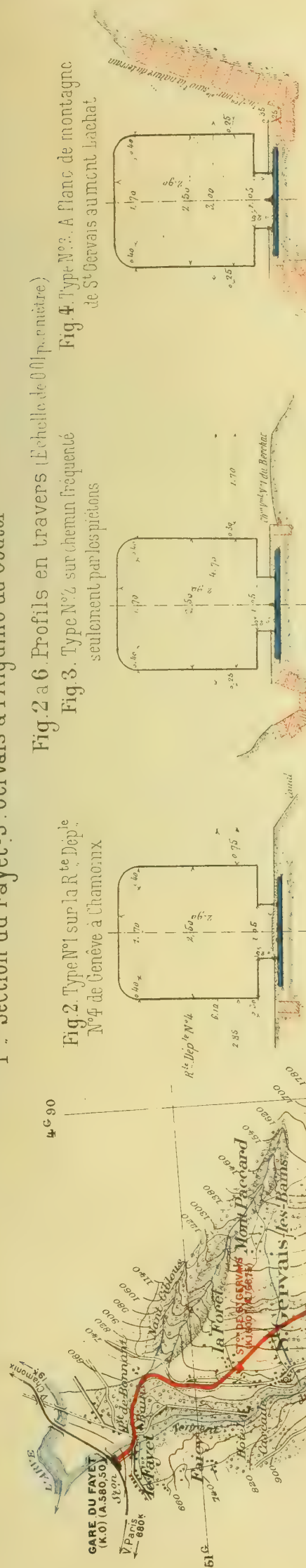


Fig. 1.
Plan général

Echelle 50 000^e (1 0 0% par kilom.)

Fig. 2 a 6 Profils en travers (Echelle de 001 p. mètre)

Fig. 2. Type N°1 sur la R^{te} Dep^{le} N°4 de Genève à Chamonnix

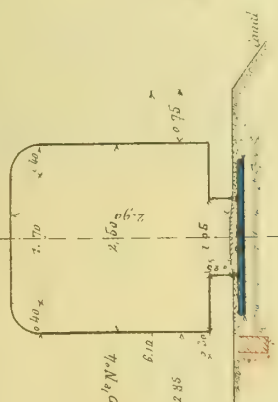


Fig. 3. Type N°2 sur chemin fréquenté seulement par les piétons

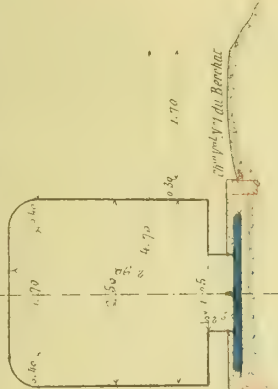


Fig. 4. Type N°3. A Planc de montagné de St Gervais au mont Lachat

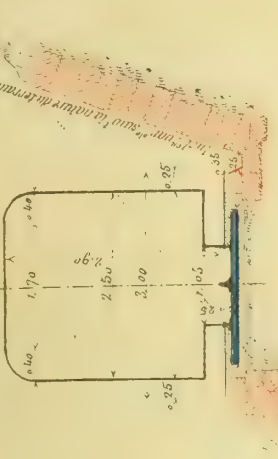


Fig. 5. Type N°4. Tunnel dans le rocher et prises d'air avec balcon



Fig. 6. Type N°5. Front dans les roches très dures et dans celles qui nécessitent un revêtement



ITALIE

sommet du Pike's Peak à 4716 mètres. Enfin, au Pérou, le chemin de fer de Lima à Oroya traverse les Andes par un tunnel de 2400 mètres ouvert à la cote 4711 mètres.

Le tableau suivant résume les données générales concernant les lignes construites en Suisse et en France et dont la comparaison peut servir de guide dans l'étude nouvelle dont l'ascension du Mont-Blanc fait l'objet :

par des moyens mécaniques, et cependant cette entreprise n'a pas provoqué, jusqu'à ce jour, de bien nombreux projets.

C'est d'abord, en 1895, l'étude d'un Ingénieur très distingué, M. Issartier, qui proposait d'atteindre le sommet de la montagne en suivant à peu près ses deux coordonnées rectangulaires : un souterrain presque horizontal et un puits de 2000 mètres de hauteur (1). Les difficultés de construction et la dépense étaient telles que le promoteur de



FIG. 4. — LE TRAMWAY ÉLECTRIQUE DU MONT-BLANC : Vue prise de la Planchette.

LIGNES	AIGUILLE DU GOUTER.		DÔME DU GOUTER.		MONT-BLANC		AIGUILLE DE BIONNASSET.		GLACIER DE MIAGE.		DÔME DE MIAGE.		VALLÉE DE MONTJOIE.		
	ALTITUDE DU TERMINUS	LONGUEUR DE LA LIGNE	LARGEUR DE VOIE	RAMPE MAXIMUM	RAYON MINIMUM	LONGUEUR DES GRANDS TUNNELS	POIDS DES RAILS	NATURE DE LA CRÉMAILLÈRE	SYSTÈME DE TRACTION						
	mètres	kilom.	mètres	millim.	mètres	mètres	kilogr.								
Lignes suisses :															
1. Vitznau — Rigi	1 749	5,155	1,435	250	120	67	20,6	Riggenbach	Vapeur						
2. Arth — Rigi	1 749	13,723	1,435	200	120	63	24,0	id.	id.						
3. Alpenstad — Pilatus . .	2 069	4,294	0,80	480	80	104	24,0	Locher	id.						
4. Capolago — M ^{te} -Generoso	1 576	9,031	0,80	220	80	167	19,8	Abt	id.						
5. Berner-Oberland	1 037	23,647	1,00	120	100	60	23,0	Riggenbach	id.						
6. Wengernalp-Bahn	2 064	18,209	0,80	250	»	25	20,6	id.	id.						
7. Viège — Zermatt	1 609	35,220	1,00	125	»	90	24,2	Abt	id.						
8. Zermatt — Gornergrat . .	3 019	9,097	1,00	200	»	171	20,6	id.	Électr.						
9. Brienz — Rothhorn . . .	2 252	7,649	0,80	250	60	134	20,3	id.	Vapeur						
10. Glion — Naye.	1 973	7,672	0,80	220	»	245	20,0	Riggenbach	id.						
11. Wilderswil — Schynige P.	1 970	7,436	0,80	250	60	168	20,6	id.	id.						
12. K. Scheidegg — Jungfrau	2 530	3,007	1,00	250	100	677	20,6	Strub	Électr.						
Lignes françaises :															
1. Ligne du Salève	1 171	9,000	1,00	250	50	110	12,0	Abt	Électr.						
2. Aix-les-Bains — Revard .	1 511	9,200	1,00	250	»	120	»	id.	Vapeur						
3. Fayet — Chamonix. . . .	1 037	19,000	1,00	90	150	126	34,4	—	Électr.						

LES PREMIERS PROJETS. — Les exemples que nous venons de citer montrent qu'il n'est pas téméraire de songer à gravir le Mont-Blanc

ce premier projet suggéra lui-même une variante, en plaçant l'entrée du tunnel aux Houches, de manière à réduire à 1000 mètres la hauteur du puits. C'était une faible atténuation des inconvénients inhérents au principe même; il est douteux que les touristes eussent trouvé quelque agrément à un trajet de plusieurs heures effectué uniquement sous terre.

En 1897, M. Souleyre, Ingénieur en chef des Ponts et Chaussées, en critiquant le projet précédent, signala qu'il serait plus rationnel et plus économique de s'élever par une rampe continue, en partant de Saint-Gervais et en suivant le massif pour atteindre les Bosses du Dromadaire, par le col de Voza et l'Aiguille du Gouter. Ce projet comportait des rampes comparables à celles du Pilatus qui semblent universellement abandonnées aujourd'hui.

Il convient de s'arrêter davantage à l'avant-projet présenté en 1899, par MM. Joseph Vallot, Directeur de l'observatoire du Mont-Blanc, et Henri Vallot, Ingénieur des Arts et Manufactures. Les auteurs de ce projet (qui n'était qu'un perfectionnement du projet Issartier), par leur situation même et leur profonde connaissance de la montagne, lui apportaient l'autorité d'une compétence spéciale. La ligne prenait son origine au village des Houches, à une altitude d'environ 1000 mètres. On sait que ce village, situé à peu près à égale distance du Fayet et de Chamonix, est desservi par le chemin de fer créé par le P.-L.-M. entre ces deux stations, sur la rive droite de l'Arve. Il aurait suffi de traverser le torrent pour trouver la gare de départ de la ligne nouvelle qui, après un faible parcours de 2 000 mètres à ciel ouvert, franchissant le torrent du Bourgeat, devait entrer immédiatement en tunnel et suivre toujours souterrainement les massifs de rocher qui passent par le Gros-Béchar, l'Aiguille du Gouter, les Bosses (près desquelles se trouve l'observatoire Vallot) et les Petits Rochers

(1) Voir le *Génie Civil*, t. XXVI, n° 11, p. 175 (12 janvier 1895).

Rouges, à 450 mètres seulement de distance horizontale du sommet du Mont-Blanc. Le trajet total est de 11^{km} 400. La rampe moyenne est de 325 millimètres, mais les rampes comprises entre 500 et 600 millimètres sont fréquentes; elles affectent environ 4 500 mètres de parcours. Cette inclinaison dépasse ainsi notablement celle du Pilatus que l'on s'accorde à considérer comme excessive.

L'établissement de la ligne en souterrain continu présente en outre de nombreux inconvénients : celui d'une dépense exagérée, tout d'abord; et ce n'est peut-être pas le principal, si l'on songe qu'un pareil chemin de fer est destiné à des touristes qu'il ne s'agit pas uniquement de transporter tout à coup au sommet de la montagne, comme on amène les visiteurs d'un panorama par des couloirs obscurs

Le tracé par Saint-Gervais. — C'est en partant de ces principes, dont il ne semble pas possible de s'écarter, qu'on a élaboré le dernier projet dont nous avons à parler, celui qui vient d'obtenir la consécration d'un avis favorable du Conseil des Ponts et Chaussées, au point de vue technique, et, au point de vue de l'utilité publique et de la concession, d'une approbation du Conseil d'État et d'un vote de concession du Conseil général de la Haute-Savoie.

La demande de concession émane de MM. Abel Couvreur et H. Deruad; le projet a été dressé par M. Duportal, Inspecteur général des Ponts et Chaussées en retraite.

Le tracé (fig. 1, pl. XIX, et fig. 5 et 6 du texte), dans ses grandes lignes, se rapproche de celui qu'indiquait M. Souleyre. Il part de la cour

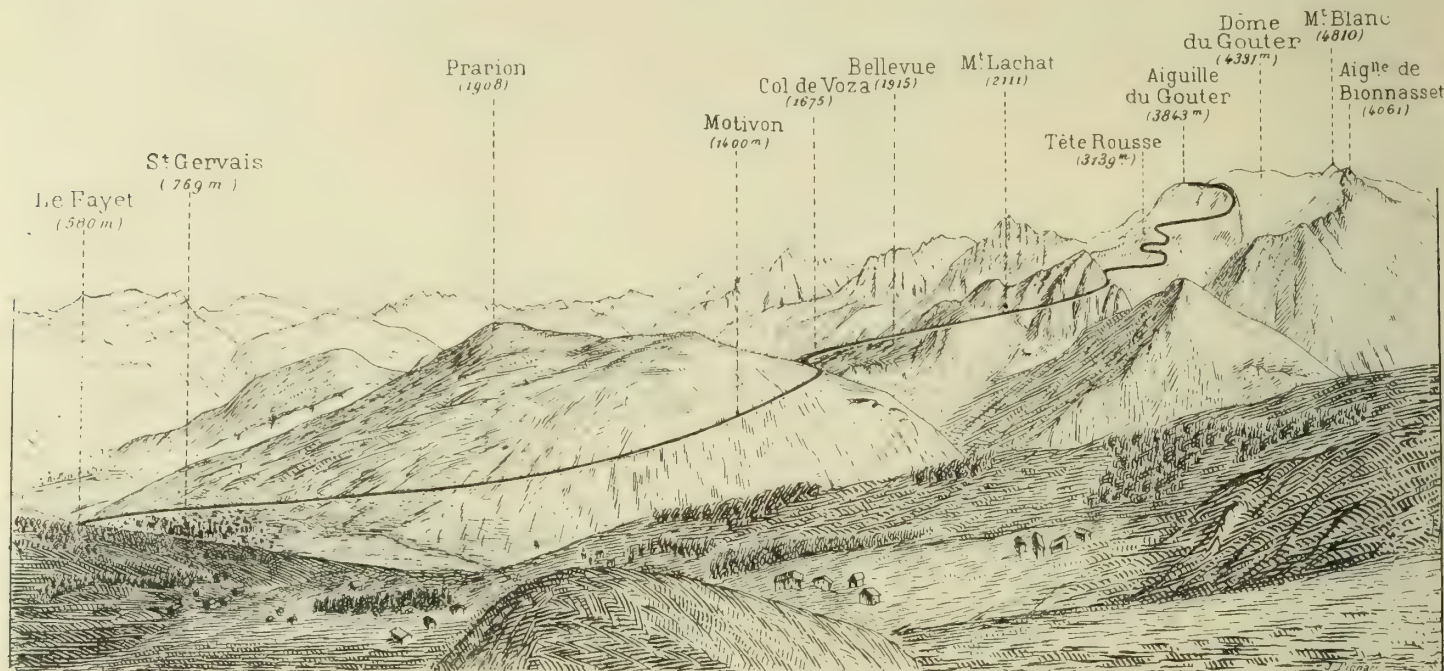


FIG. 5. — Tracé panoramique du tramway projeté entre Le Fayet-Saint-Gervais et l'Aiguille du Gôûter.

jusqu'au centre du point de vue, parce qu'il y a, dans ce dernier cas, à ménager des illusions d'optique. Il importe, au contraire, de faire connaître aux touristes la montagne sous tous ses aspects, de leur faire traverser successivement les zones si nettement variées, où, après la végétation arborescente, s'étalent les vertes prairies, pour aborder en-

même des voyageurs de la station du chemin de fer P.-L.-M., au Fayet. A partir de cette origine, la ligne emprunte une route départementale et un chemin vicinal, ce qui justifie, et l'intervention du Conseil général, et le modeste titre de *tramway* qu'on lui a donné.

Du point initial placé à la cote 580 et situé à 680 kilom. de Paris (fig. 6), le tramway gagne tout d'abord, au kilomètre 1,600, Saint-Gervais, station thermale, puis il se développe à ciel ouvert sur le versant méridional de la montagne, et atteint au kilomètre 4,850 le village de Motivon qui domine la vallée du Bonnant.

La station suivante se trouve au col de Voza (1 700 mètres) au kilomètre 7,850, d'où la vue s'étend à la fois sur les vallées du Bionnasset et de l'Arve et d'où les touristes pourront aisément, par un sentier de 2^{km} 500, faire une excursion jusqu'au plateau verdoyant du Prarion (1 969 mètres).

Le Chalet de Bellevue qui vient ensuite, à 1 500 mètres du col de Voza et à 1 812 mètres d'altitude, est dès aujourd'hui un lieu de rendez-vous très fréquenté, à la limite des forêts. La ligne gagne alors successivement : le Mont-Lachat (2 100 mètres) d'où l'on aperçoit l'ensemble de la vallée de l'Arve jusqu'à Chamonix; les Rognes (2 645 mètres) au kilomètre 13,250; Tête-Rousse (3 165 mètres) au kilomètre 15,620 et l'Aiguille du Gôûter à la cote 3 840.

La section comprise entre le Fayet et l'Aiguille du Gôûter, dont les études sont complètes, a été concédée à titre définitif; celle qui ira de ce dernier point au sommet du Mont-Blanc a été concédée à titre éventuel, sous certaines réserves de délais assez courts.

Le développement total du tracé est de 18^{km} 400 jusqu'à l'Aiguille du Gôûter. Le prolongement éventuel jusqu'au sommet du Mont-Blanc portera la longueur de voie à 22^{km} 500.

La ligne est assise sur le flanc rocheux de la vallée où s'étendent, le torrent d'abord, puis le glacier de Bionnasset. Cette ossature saillante, formée par les contreforts du Prarion, du Mont-Lachat, des Rognes et de l'Aiguille du Gôûter, et que domine un cirque admirable de cimes élevées, offre un terrain solide pour l'établissement de la voie qui en épouse les contours sans franchir de torrents considérables et sans nécessiter d'ouvrages d'art importants. Elle présente, en outre, une série de replats bien situés pour permettre l'installation des stations que nous avons énumérées. Mais les deux considérations sur lesquelles il convient d'insister, c'est que la ligne est tout entière située sur le versant méridional de la montagne et s'y développe le plus possible à ciel ouvert. Du moment qu'on prend ce dernier parti, en effet, la question d'exposition devient fort importante, car il convient de tenir

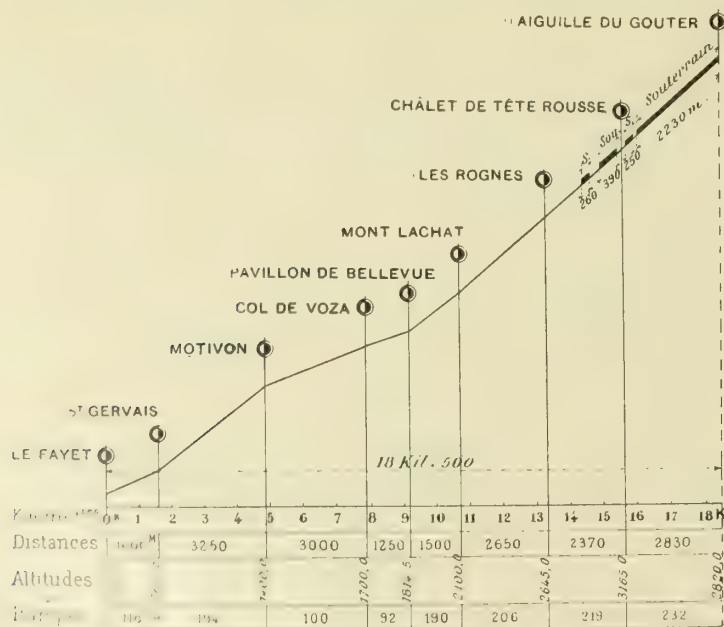


FIG. 6. — Profil en long du tracé projeté.

fin les cimes arides, neigeuses et glaciaires. C'est un voyage merveilleux dans sa diversité dont il ne faut pas perdre le bénéfice.

L'emploi d'un tunnel continu ne serait recommandable — et il s'imposerait alors — que s'il s'agissait d'assurer les ascensions en toute saison. Mais, à vouloir satisfaire à de pareilles conditions, on ne saurait mettre sur pied une entreprise rémunératrice, ce dont un ingénieur ne peut pas s'abstraire.

compte des différences climatiques très sensibles qui affectent les deux versants opposés. Au midi, la neige fond beaucoup plus tôt et la saison estivale bénéficie d'une avance qui permet d'assurer trois mois pleins d'exploitation. La construction à ciel ouvert présente à son tour des avantages considérables. Non seulement la dépense de premier établissement est moins grande que pour un tracé souterrain, même en tenant compte d'un développement plus grand, mais le tracé à découvert apporte à l'exploitation des ressources multiples et aux voyageurs des agréments particuliers.

Le tramway électrique du Mont-Blanc, tel qu'il va être exécuté, traverse, avant d'atteindre la région grandiose des neiges éternelles, les zones successives des grandes forêts et des pâturages. Ces deux zones, si variées d'aspect, sont en outre favorables à l'établissement de villas et d'hôtels appropriés aux villégiatures estivales et aux cures d'altitude, et ces installations, desservies par la voie ferrée, peuvent s'étendre jusqu'au pied des glaciers, offrant ainsi à l'entreprise un élément fort appréciable d'activité.

La longueur du trajet importe peu ; le voyage paraîtra toujours assez court pourvu qu'il offre à l'attention du voyageur un décor attachant et sans cesse renouvelé. En ce qui concerne le prix de revient de la ligne, on aura toujours intérêt à plier le tracé au terrain sans

trafic par elles-mêmes ; qu'au contraire, le projet du Fayet-Saint-Gervais à l'Aiguille du Goûter se développe, en majeure partie, à l'air libre sur un versant exposé au sud, traverse des pâturages alpestres et dessert, en dehors de l'Aiguille du Goûter, un certain nombre de stations intermédiaires dont quelques-unes, notamment celle de Saint-Gervais, offriront par elles-mêmes des éléments de trafic (1).

Le Conseil d'État écarte, en outre, la possibilité d'une exploitation d'hiver, si l'on était tenté de l'essayer, grâce au souterrain, cette possibilité ne pouvant faire, en l'état, l'objet d'aucune prévision sérieuse, de même que la moindre durée de l'ascension est com- pensée, dans l'état actuel du projet, par les inconvénients du souterrain. Il y a donc lieu de conclure en faveur du tracé par Saint-Gervais.

CONDITIONS PHYSIOLOGIQUES. — *Température.* — Les conditions spéciales auxquelles doit satisfaire un chemin de fer d'ascension sont de deux sortes ; les unes, physiologiques, résultent de la nécessité de transporter en peu de temps les voyageurs à une altitude élevée, en ménageant suffisamment la transition entre des états climatiques et météorologiques aussi différents ; les autres sont d'ordre technique et concernent l'exécution du projet.

Entre le Fayet et le sommet du Mont-Blanc, le voyageur se trouve,



FIG. 7. — LE TRAMWAY ÉLECTRIQUE DU MONT-BLANC : Vue prise de Saint-Nicolas-de-Véroce.

rampes trop fortes, au risque de l'allonger un peu, si la longueur des tunnels se trouve ainsi largement réduite.

Dans le tracé qui nous occupe, la partie à ciel ouvert s'étend jusqu'au delà de Tête-Rousse. A partir de ce point, à la cote 2925, la nécessité s'impose de protéger la voie contre les avalanches et les chutes de pierres. La ligne pénètre alors dans le rocher, mais le tunnel, presque toujours à proximité de la paroi, constitue sur la plus grande partie de son parcours une simple galerie à claire-voie, dont le développement total, jusqu'à l'Aiguille du Goûter n'excédera pas 2 230 mètres de longueur.

Telles sont les idées générales, déduites de l'étude des lignes déjà exécutées, qui ont servi à l'établissement du projet. Elles se trouvent en quelque sorte résumées dans l'avis du Conseil d'État qui, ayant à examiner, comparativement, les deux tracés par les Houches et par Saint-Gervais, a écarté le premier et a adopté le second. Cet avis s'exprime ainsi :

« Si l'augmentation considérable du nombre des touristes dans la vallée de l'Arve, depuis l'ouverture de la ligne de P.-L.-M. et l'attraction d'une ascension au Mont-Blanc, peuvent justifier la déclaration d'utilité publique d'un de ces projets, il serait téméraire de déclarer d'utilité publique tous les deux, les éléments de trafic n'étant pas suffisants pour la création de deux entreprises concurrentes, ce qui rend nécessaire de choisir entre les deux projets soumis au Conseil d'État. »

Cela posé, il convient de considérer :

« Que le projet des Houches au Mont-Blanc, par l'Aiguille du Goûter, a le grave inconvénient de comporter un long trajet en souterrain et que, fût-il tracé à ciel ouvert, il desservirait un versant exposé au nord, qui ne se prête pas à l'établissement de stations intermédiaires susceptibles de fournir du

dans un très court espace de temps, occuper deux points de l'espace à une différence de niveau d'environ 4 300 mètres, et cette dénivellation comporte, à la fois, un abaissement considérable de température et de pression barométrique.

En ce qui touche à la température, il est facile de déterminer exactement ses variations, comme l'a fait, pour la ligne de la Jungfrau, M. Guyer-Zeller, auteur du projet, d'après une étude du professeur Gollicz. On peut admettre, en s'appuyant sur les mêmes données, qu'on aurait, aux principaux points du chemin de fer du Mont-Blanc, les moyennes suivantes de température :

STATIONS	ALTITUDE	TEMPÉRATURE MOYENNE	
		ANNUELLE	DE L'ÉTÉ
	mètres	degrés	degrés
Mont-Lachat	2 100	+ 2,4	+ 7,6
Les Rognes	2 645	— 2,5	+ 4,0
Tête-Rousse	3 163	— 3,7	+ 0,5
Aiguille du Goûter	3 820	— 9,8	— 4,3
Bosses du Bromadure	4 525	— 15,8	— 7,4
Sommet du Mont-Blanc	4 810	— 17,0	— 8,7

D'autre part, les observations relevées sur les appareils-enregistreurs des ballons-sondes qui sont, depuis quelques années, lancés pé-

(1) Communiqué au Conseil général de la Haute-Savoie, dans la séance du 9 juillet 1904.

riodiquement de différentes stations européennes par les soins d'une Association scientifique internationale, et dont les résultats ont été résumés par M. Teisserenc de Bort dans l'*Annuaire astronomique et météorologique* pour 1902, corroborent suffisamment les chiffres précédents aux altitudes correspondantes, encore qu'on ait pu craindre que l'influence du voisinage du sol s'exerçât dans un sens difficile à prévoir *a priori*.

Enfin, d'une façon plus réservée, on admet en Suisse que l'abaissement thermométrique est en moyenne de 0° 50 à 0° 60 pour 100 mètres d'élévation, suivant qu'on se trouve sur le versant sud ou nord de la montagne, en sorte que l'on peut compter sur une chute de température, dans les mêmes conditions, de 19 à 20 degrés en montant du Fayet à l'Aiguille du Gouter, et de 25 degrés environ en poursuivant jusqu'au sommet du Mont-Blanc. On verra tout à l'heure qu'on est conduit à ne pas dépasser une vitesse d'ascension verticale de 1 200 mètres à l'heure et, pour cette rapidité maximum, on aura donc à supporter une chute horaire de température de 6 à 8 degrés.

La température extrême que l'on subira au sommet du Mont-Blanc est, en été, de -8 à -9 degrés; elle est comparable à la température hivernale d'une partie de l'Europe. Il est vrai que ce n'est pas ce minimum extrême qui est à redouter pour l'organisme humain, mais la variation brusque qui fait passer sans transition le voyageur par des climats de plus en plus rudes; toutefois l'expérience montre, puisque la vitesse verticale de 1 200 mètres est déjà pratiquée sur d'autres lignes, que cette variation est parfaitement supportable, pourvu qu'on se munisse de vêtements convenables.

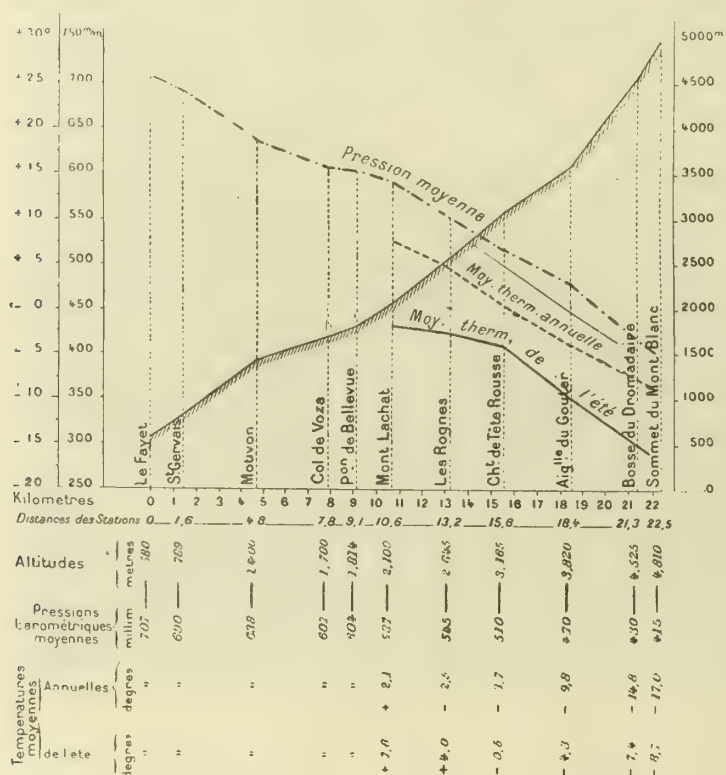


FIG. 8. — Graphique des pressions barométriques et des températures moyennes suivant le tracé.

Dépression barométrique. — L'influence de la dépression barométrique a beaucoup plus d'importance et mérite qu'on l'étudie de plus près. La pratique des ascensions en ballon suffit à montrer qu'entre 4 000 et 5 000 mètres, on peut se trouver sérieusement incommodé lorsqu'on est porté trop rapidement à cette altitude. D'autre part, on a constaté d'assez nombreux cas de mal de montagne dans la traversée des Andes, à Crucero-Alto; toutefois ces malaises n'ont point de gravité pour ceux qui ne sont point malades, et l'on ne saurait y attacher plus d'importance qu'au mal de mer dans une traversée maritime; or ce n'est pas là ce qui empêchera jamais de s'embarquer, même pour un voyage de plaisir.

On peut supprimer le mal de montagne en ne soumettant pas les voyageurs à de trop brusques dénivellations. La vitesse de l'ascension en est, en effet, un des facteurs prépondérants, en même temps que la fatigue. Par un phénomène bien connu de tous ceux qui ont eu à s'occuper du travail dans l'air comprimé, on sait parfaitement qu'il importe avant tout, pendant la période de décompression, d'opérer lentement, en donnant à l'air enfermé dans nos organes et entraîné par la circulation du sang, le temps de se mettre sans échappement tumultueux en équilibre de pression avec l'atmosphère extérieure. Or, il semble bien que la vitesse limite d'ascension que l'on peut atteindre sans inconvénient est de 1 200 mètres à l'heure; la vitesse réalisée est de 1 165 mètres sur la section du chemin de fer de la Jungfrau dès à

présent ouverte à l'exploitation (de la Petite Scheidegg à Eigerwand). Elle est même de 1 230 mètres sur la ligne Vitznau-Rigi.

La question a fait l'objet d'une enquête approfondie, par les soins de l'Assemblée Fédérale Suisse, lorsqu'il s'est agi d'approuver la concession du chemin de fer de la Jungfrau. On peut en résumer les conclusions en disant qu'en adoptant une vitesse modérée, les voyageurs indemnes de troubles de la circulation ou de la respiration sont à l'abri de tout danger; toutefois, en ce qui concerne les ouvriers mêmes employés à la construction, qui doivent séjourner de façon permanente à de hautes altitudes et y sont soumis à la fatigue physique qu'exige leur emploi, il serait difficile de leur éviter le mal de montagne, ce qui conduit à les recruter le plus possible parmi les montagnards. L'avancement graduel des travaux constitue, il est vrai, pour les autres, un véritable et lent acclimatement.

Le graphique (fig. 8) résume les données atmosphériques pour les diverses stations du tracé projeté entre le Fayet et le Mont-Blanc par Saint-Gervais. Les températures moyennes sont indiquées au-dessus de 2 000 mètres seulement. Aux altitudes inférieures, elles sont trop influencées par les circonstances locales pour qu'il y ait intérêt à les indiquer.

CONDITIONS TECHNIQUES DU TRACÉ. — Rampe et rayon limites. — Des considérations qui précèdent, il résulte qu'on ne saurait diminuer au delà de toute limite la durée de l'ascension, puisque les nécessités physiologiques imposent de ne pas franchir verticalement plus de 1 200 mètres à l'heure. Par suite, il n'y a aucun intérêt à réduire outre mesure le développement total de la ligne, si cette réduction devait entraîner de plus grandes dépenses d'établissement, en exigeant, par exemple, l'établissement de tunnels nombreux. Le problème se trouve complètement défini si l'on se fixe la rampe maximum et la vitesse verticale qu'il convient de ne pas dépasser. Nous venons de voir que cette dernière est de 1 200 mètres à l'heure. Quant à la rampe maximum, l'auteur du projet admet qu'elle ne doit pas dépasser 250 millimètres. Dans ces conditions, la vitesse réalisée sur la pente limite peut atteindre 7 à 8 kilom. à l'heure (1).

La comparaison, résumée ci-dessous, avec les lignes similaires déjà exploitées, montre que ces limites sont raisonnables.

LIGNES	ALTITUDE DU TERMINUS SUPÉRIEUR	ÉLEVATION TOTALE	DISTANCES DES STATIONS EXTRÊMES	RAMPE		DURÉE DU TRAJET	VITESSE (arrêts déduits)			
				MOYENNE	MAXIMUM		VERTICALE			
							HORIZONTALE PAR HEURE	PAR HEURE	PAR MINUTE	
mètres	mètres	kilom.	millim.	millim.	heures	kilom.	mètres	mètres		
<i>Lignes suisses :</i>										
Vitznau — Rigi-Kulm	1 749	1 310	7,1	190	250	1,4	7,0	1 230	20,5	
Art-Goldau — Rigi-Kulm. . .	1 749	1 236	9,0	148	200	1,9	7,8	1 056	17,9	
Alpnach-Stad — Pilatus. . .	2 069	1 629	4,3	378	480	1,20	3,2	1 222	20,4	
Capolago — Monte-Generoso.	1 396	1 319	9,0	146	220	1,17	7,1	1 028	17,1	
Zweilütschinen — Grindelwald	1 038	383	11,3	34	120	0,45	15,0	512	8,8	
Viège — Zermatt	1 609	955	35,2	27	125	2,29	14,2	385	6,4	
Zermatt — Gornergrat	3 019	1 411	9,1	155	200	1,26	6,3	984	16,4	
Brienz — Rothhorn	2 252	1 181	7,6	221	250	1,20	5,7	1 261	21,0	
Glion — Naye	1 973	1 281	7,7	166	220	1,20	5,8	961	16,0	
Wilderswil — Schynige-Platte	1 970	1 383	7,4	187	250	1,17	5,8	1 077	17,8	
Wengen- nalp f. {	Lauterbrunnen — K. Scheidegg	2 064	1 265	9,4	136	250	1,25	6,6	893	14,8
	Grindelwald — K. Scheidegg.	2 064	1 026	8,8	116	250	1,15	7,0	821	13,7
K. Scheidegg — Jungfrau. . .	2 530	466	2,9	161	250	0,24	7,2	1 165	19,4	
Moyenne sur les rampes comprises entre 200 et 250 millimètres.							6,63	1 047	17,46	
<i>Lignes françaises :</i>										
Étrembières — Salève	1 471	763	6,0	127	250	1,42	5,0	636	10,6	
Aix-les-Bains — Revard . . .	1 541	1 210	9,2	131	250	1,9	7,9	1 030	17,5	
Fayet — Chamonix	1 037	457	19,0	24	90	1,7	17,0	409	6,8	
Moyennes pour le Salève et le Revard.							6,47	843	14,0	

Sur une seule de ces lignes, celle du Pilatus, l'une des plus anciennes, la rampe atteint 480 millimètres; mais par la suite on s'est bien gardé de suivre cet exemple: douze lignes sur quinze ont des rampes limites de 200 et 250 millimètres, et aucune ne dépasse ce dernier chiffre qui peut être adopté comme le maximum admissible. D'autre part, la moyenne des vitesses réalisées sur les rampes comprises entre 200 et 250 millimètres est de 6^{km}63 à l'heure. Toutefois, elle est de 7 kilom. pour quelques-unes et il semble bien qu'on peut atteindre

(1) La vitesse horizontale serait exactement :

Sur une rampe de . . millimètres.	100	150	200	250
Vitesse kilomètres.	12	8	6	5

8 kilom. sans inconvénient. Cette vitesse est encore assez modérée pour ne point exiger de machines trop puissantes.

Enfin, le rayon minimum qui convient à ces limites de pente et de vitesse est celui de 50 mètres. Ce rayon se prête bien aux exigences d'un tracé qui doit se plier aux accidents d'un terrain particulièrement difficile ; mais le choix même du versant méridional où doit se développer la nouvelle voie permet d'adopter presque partout des inflexions de rayon beaucoup plus grand.

Largeur et nature de la voie. — En Suisse, sauf au Rigi où l'on a adopté la voie normale, on rencontre, à peu près en égal nombre, des voies étroites de 0^m 80 et de 1 mètre, et l'on peut dire que, dans le cas de la traction électrique, ces deux écartements donnent des résultats équivalents. L'adoption de la voie de 0^m 80 avec une réduction correspondante de la largeur des véhicules permet de diminuer également les dimensions du gabarit et, par suite, la section des tunnels. Il en peut résulter une notable économie ; mais, d'autre part, certaines exigences inhérentes aux conditions mêmes de l'entreprise semblent imposer une limite à cette réduction.

Il est nécessaire d'employer des voitures fermées dont la hauteur

mètre courant. Au total, le mètre de voie en acier, y compris les traverses, pèse ainsi 145 kilogrammes.

En résumé, le tracé adopté par M. Duportal, en s'inspirant des conditions limites qui ont fait leurs preuves, se développe en plein air tant qu'il est possible, en suivant le versant méridional du massif. La rampe limite est de 250 millimètres ; mais sur toute la première partie du parcours, entre le Fayet et le Mont-Lachat, la pente se tient entre 100 et 190 millimètres. Le rayon minimum est de 50 mètres.

Exécution. — L'exécution ne pourrait rencontrer de difficultés exceptionnelles que du fait de la composition géologique des terrains traversés.

Jusqu'au Mont-Lachat, la ligne suit exactement les accidents du versant, sans nécessiter ni grandes tranchées intéressant le sous-sol, ni remblais élevés. La roche qui lui sert d'assiette est facile à reconnaître ; elle est parfaitement solide et ne présente nulle part de traces d'éboulement ou de glissement.

Au delà du Mont-Lachat, des précautions particulières seront prises pour garantir la ligne contre les éboulis et les chutes fréquentes de pierres, en la couvrant à la traversée des couloirs. A partir des Rognes,

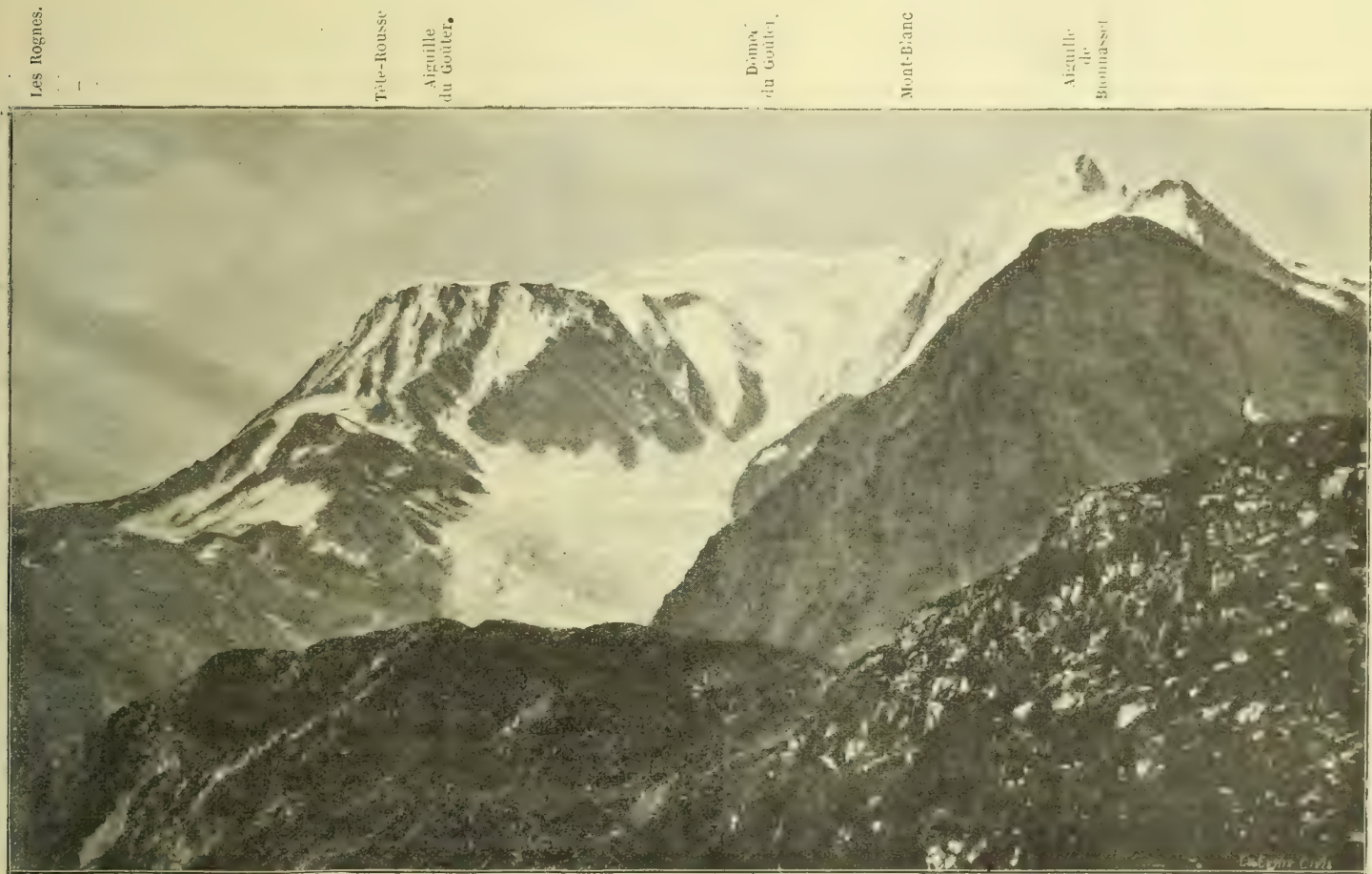


FIG. 9. — LE TRAMWAY ÉLECTRIQUE DU MONT-BLANC : Vue prise du Vorassay.

minimum est irréductible pour qu'on s'y puisse tenir debout ; à cette hauteur de la voiture doit correspondre un écartement des essieux qui assure une stabilité suffisante contre l'effort latéral du vent dont la pression atteint aisément 90 kilogr. par mètre carré. D'ailleurs, il convient de prévoir un couloir longitudinal, tant pour la commodité des voyageurs que pour la facilité du service. Le véhicule ne saurait donc être trop étroit, ce qui conduit à adopter la voie de 1 mètre avec le gabarit déjà éprouvé sur la ligne de la Jungfrau : 2^m 90 de hauteur au-dessus des rails, et 2^m 50 de largeur.

Nous donnons (fig. 2 à 6, pl. XIX) les divers profils-types de la voie projetée. Le profil qui s'applique à flanc de montagne, en dehors de tout chemin et loin de toute habitation, est le même que sur les lignes de la Wengernalp et de la Schynige-Platte ; il est conçu d'une façon très économique, justifiée d'ailleurs par l'expérience de ces deux lignes.

La voie métallique prévue pour le chemin de fer du Mont-Blanc est composée de rails de 10^m 50 de longueur et pesant 20 kilogr. au mètre courant. Chaque rail est fixé sur douze traverses métalliques, dont l'écartement moyen est de 0^m 875.

La crémaillère, placée au milieu de la voie, sera du type Strub (1) ; elle comporte des tronçons de 3^m 50 de longueur et pèse 34 kilogr. au

la voie suit la crête rocheuse qui sépare les deux versants, entre le glacier de la Griaiz et le glacier de Bionnasset, et l'on atteindra la station de Tête-Rousse en creusant une série de tunnels dont les deux principaux ont respectivement 280 et 390 mètres, avant d'aborder le grand tunnel à claire-voie de 2 230 mètres de longueur qui aboutit à l'Aiguille du Goûter. Le tracé de ce tunnel suit, comme nous l'avons déjà dit, les sinuosités de la paroi rocheuse dans laquelle seront percées un grand nombre d'ouvertures ou de galeries transversales assez courtes, facilitant l'exécution en servant d'exutoires aux déblais, et susceptibles en outre d'assurer la ventilation des galeries pendant la période d'exploitation. Ce seront, enfin, de véritables balcons d'où l'œil embrassera la montagne sous ses aspects les plus divers.

Dans cette section de la ligne où la nécessité s'impose de cheminer en galerie, il convient de s'inquiéter particulièrement de la nature du sous-sol. On y rencontre d'abord, vers le Mont-Lachat, les roches du lias, puis, à la montée des Rognes, des schistes micacés auxquels se substituent bientôt des micaschistes à mica blanc traversés par quelques filons d'amphibole.

Ces diverses roches, qui s'étendent jusqu'à l'Aiguille du Goûter, offrent une sécurité complète pour le percement des galeries, sans qu'il y ait lieu de prévoir un revêtement maçonné.

EXPLOITATION. — En dehors des deux terminus, où seront établis des dépôts, on prévoit que la station du Pavillon de Bellevue, située au

(1) Voir dans le *Genie Civil*, t. XLIV, n° 20, p. 309, l'application de la crémaillère Strub au chemin de fer du Vésuve.

milieu du parcours, dans un site particulièrement visité, prendra une importance exceptionnelle et comportera également un dépôt.

Pour l'exploitation journalière, on a prévu dix trains dans les deux sens, de 7 heures du matin à 7 heures du soir, y compris deux trains spéciaux partant des terminus à 5 heures du soir pour amener les voyageurs coucher à Bellevue. La vitesse à l'heure ne dépassera pas 7 kilom. suivant la ligne et 1200 mètres en hauteur. Les arrêts sont de cinq et dix minutes suivant l'importance et l'intérêt des stations.

Chaque train comprendra :

- 1° Une locomotive électrique du poids de 14 tonnes
2° Une voiture accouplée à la locomotive, tare. . . 4 —
3° Une voiture remorquée. 4 —

TOTAL. 22 tonnes.

Ce train pourra porter quatre-vingts voyageurs et pèsera en charge 30 tonnes au maximum, en comprenant 2000 kilogr. de transports de service et de bagages.

Il faut prévoir que la puissance nécessaire sera de 136 chevaux ; on



FIG. 10. — Aiguille du Goûter. Vue prise de Tête-Rousse (1).

y pourvoir largement en adoptant des locomotives de 150 chevaux. Les huit trains simultanés exigeront ainsi une force totale maximum de 150 × 8 = 1200 chevaux.

Il convient de prévoir, en outre, 300 chevaux pour l'éclairage des trains et des stations, ainsi que pour le chauffage des voitures et des bâtiments dans la zone supérieure, et, si l'on majore le chiffre ainsi obtenu de 30 %, pour tenir compte des pertes dans la transmission, du rendement des divers appareils, etc., on peut fixer à 2000 chevaux la puissance dont on devra disposer sur l'arbre des turbines de l'usine génératrice. Enfin, en prévision de l'extension de la ligne entre l'Aiguille du Goûter et le sommet du Mont-Blanc, cette puissance comporte un accroissement éventuel jusqu'à 3000 chevaux de force.

Il existe déjà dans la région de nombreuses usines hydrauliques, sur l'Arve et le Bonnant, qui pourront aisément fournir l'électricité nécessaire ; il sera en tout cas facile de réaliser une usine autonome. Les installations électriques jusqu'ici prévues sont analogues à celles de la ligne de la Jungfrau, que le *Génie Civil* a précédemment décrites.

1. Toutes les photographies reproduites dans cet article ont été prises par M. Atlantaz, d'Annecy.

ÉVALUATION DES DÉPENSES ET DU TRAFIC. — La dépense de construction, telle qu'elle ressort des évaluations du projet, est de 10 millions, soit 540000 francs le kilom. Ce chiffre comprend l'établissement de l'usine et des installations électriques, évalué à 1 600 000 francs. Le prix du kilomètre est sensiblement le même que sur la ligne du Fayet à Chamonix, malgré l'obligation d'établir un grand tunnel, une crémaillère continue et de tripler l'effort de traction.

Voici, d'ailleurs, quelques chiffres de comparaison pour la dépense kilométrique de quelques-unes des lignes similaires :

Lignes à traction électrique :	
Fayet-Chamonix.	Fr. 553 000
Zermatt-Gornergrat.	359 000
Ligne du Salève	255 000
Lignes à traction à vapeur :	
Vitznau-Rigi	Fr. 453 000
Arth-Rigi.	468 000
Alpnach-Pilatus.	545 000
Aix-les-Bains-Revard	489 000

Enfin, pour les lignes actuellement en construction, on a admis les évaluations suivantes :

Chemin de fer de la Jungfrau	Fr. 780 000
— de Thuisis à Saint-Moritz.	350 000

Le chemin de fer projeté pour le Mont-Blanc se trouve, on le voit, dans des conditions moyennes et les évaluations sont suffisamment larges pour éviter tout aléa.

Les promoteurs de l'entreprise estiment qu'un capital de 11 millions, répartis en 5 millions d'actions et 6 millions d'obligations, sera nécessaire pour assurer la construction et l'exploitation. Les charges d'intérêts et d'amortissement de ce capital seraient d'environ 540000 francs.

Le trafic qu'il faut prévoir est-il susceptible d'y satisfaire ? C'est encore la comparaison avec les lignes déjà exploitées qui peut répondre à la question. Sans nous arrêter aux résultats obtenus sur la ligne du Fayet à Chamonix, qui se trouve dans des conditions tout à fait exceptionnelles et conduit à une station de tout temps très fréquentée, nous indiquons dans le tableau suivant le relevé officiel du mouvement des voyageurs, pour plusieurs années consécutives, sur diverses lignes à crémaillère comparables à celle du Mont-Blanc :

LIGNES	NOMBRE DE VOYAGEURS				INTÉRÊTS ET DIVIDENDES distribués au capital %			
	1899	1900	1901	1902	1899	1900	1901	1902
Vitznau — Rigi	419889	428534	422352	418485	7,409	7,409	7,409	7,401
Alpnach — Pilatus.	44245	44334	43145	41862	5,403	5,403	5,403	5,403
Berner-Oberland	246806	244551	252109	261629	5,013	4,399	5,018	5,024
Wengernalp	86923	88799	90877	91273	4,083	4,083	4,375	4,379
Viège — Zermatt	59125	51661	57764	62212	4,890	4,833	4,833	5,042
Zermatt — Gornergrat.	34335	28322	32964	34198	3,643	1,929	4,214	4,179
Glion — Naye.	49761	47945	51575	66662	4,185	4,000	4,185	4,370
K. Schenkedegg — Jungfrau (1 ^{re} section)	43719	50092	46220	48514	4,636	0,527	4,422	2,482
MOYENNE (moins la dernière ligne qui est en construction)					4,952	4,372 ⁽¹⁾	5,062	5,115

(1) L'Exposition a été probablement la cause de la diminution.

CONCLUSION. — Le projet qui vient d'être adopté pour l'ascension du Mont-Blanc, et qui entre dès à présent dans la période de réalisation, est caractérisé tout d'abord par le souci d'offrir aux voyageurs le spectacle aussi complet que possible de tout cet ensemble des montagnes et des glaciers qui constituent le massif alpestre le plus formidable. Il a aussi en vue de satisfaire à ce programme dans des conditions économiques et de ne s'aventurer dans aucune innovation aléatoire.

Sur ce dernier point, l'expérience acquise dans la construction des autres lignes de montagnes et particulièrement de celle de la Jungfrau offre une garantie complète à qui sait en dégager les enseignements. Or, les auteurs de la ligne nouvelle proclament hautement qu'ils se sont inspirés de cette étude du passé. Il n'est aucune des dispositions adoptées par eux qui n'ait fait ses preuves déjà. Le matériel de voie et de traction notamment (locomotives munies de deux moteurs triphasés actionnant chacun une roue dentée en prise sur la crémaillère, et prenant le courant à 500 volts environ sur deux fils de ligne, avec la voie comme troisième conducteur) est si semblable à celui de la Jungfrau qu'il ne semble pas nécessaire de le décrire.

Dans ces conditions, et en s'appuyant d'autre part sur les statistiques qui montrent le développement régulier des stations desservies par des chemins de fer à crémaillère, il est permis d'augurer dès à présent du succès d'une entreprise dont les promoteurs ont déjà attaché leurs noms à des travaux publics d'une exceptionnelle importance.

L-Colonel G. ESPITALIER.

PHYSIQUE INDUSTRIELLE

LA FORCE MOTRICE A L'EXPOSITION DE SAINT-LOUIS

Installation des générateurs de vapeur.

A l'exception d'un petit nombre d'installations particulières, toute la force motrice employée dans l'enceinte de l'Exposition est concentrée dans deux bâtiments voisins l'un de l'autre : le « Steam, gas and fuel Building », qui renferme les chaudières, et le « Machinery Hall », dont le tiers environ est occupé par les machines motrices. Il est à peine besoin de dire que toutes ces machines actionnent des générateurs d'électricité, et que, à part quelques engins recevant directement la vapeur des conduites principales, tous les appareils en mouvement dans l'Exposition reçoivent l'énergie sous forme de courant électrique (à 110 ou 220 volts).

Quelle que soit sa provenance, cette énergie est vendue aux Exposants par la Compagnie de l'Exposition, sans que les constructeurs qui concourent à la produire participent au produit de cette vente. Il existe à Saint-Louis, au point de vue de la force motrice, un régime particulier. Elle se divise en deux groupes :

1° Le « Service power plant », qui appartient en propre à la Compagnie de l'Exposition, et qui est constitué par un groupe de seize chaudières Babcock et Wilcox et de quatre machines Westinghouse, acheté par l'Exposition aux constructeurs.

2° L'« Exhibitors power plant », constitué par des machines et des chaudières qui restent la propriété des exposants, mais dont l'Exposition a pris à sa charge, du moins en principe, le transport, le montage et l'exploitation.

Nous ne nous occuperons dans ce premier article que des chaudières, groupées dans un bâtiment carré de 100 mètres de côté environ, dont la charpente est métallique et dont les murs, ainsi que la toiture, sont construits en ciment armé. C'est la seule construction de l'Administration qui ne soit pas en bois et pour laquelle on n'ait fait aucun frais de décoration ; il faut reconnaître que ces murs nus, surmontés de nombreuses cheminées en tôle crachant une épaisse fumée, contrastent d'une façon fâcheuse avec les façades élégantes et très ornées des palais voisins (1). L'éclairage intérieur en est médiocre, et le nombre insuffisant des ouvertures y fait régner une température assez pénible pour les ouvriers, heureusement peu nombreux, qui sont appelés à y séjourner.

L'agencement des chaudières et de leurs dépendances est, par contre, extrêmement intéressant, et mérite une description détaillée. Nous en donnerons tout d'abord la nomenclature. L'ensemble de cette installation permet de vaporiser 352 000 kilogr. d'eau par heure.

Les seize chaudières Babcock et Wilcox forment deux groupes de huit corps adossés deux à deux. Chaque corps a une « capacité », suivant l'expression américaine, de 800 chevaux. La pression de régime est de 175 livres (12^k5), la surface de grille de chaque chaudière est de 67 pieds carrés, la surface de chauffe de 4 000 pieds carrés.

L'« Exhibitors plant » se compose de chaudières dont le tableau suivant indique les types :

	PUISSANCE	PRESSION	SURFACE DE GRILLE	SURFACE DE CHAUFFE
	Chevaux	Livres par pouce carré (2)	Pieds carrés	Pieds carrés
<i>Chaudières américaines :</i>				
Cahall :				
(8 de 510 chevaux,	8 000	225 et 175	73 et 65	5 080
8 de 400 chevaux,				
3 de 250 chevaux).				
Heine :				
(8 de 400 chevaux).	3 200	175	72	3 080
Climax :				
(2 de 300 chevaux).	600	150	56	2 650
		200	56	2 250
<i>Chaudières étrangères :</i>				
Dürr :				
(1 chaudière) . . .	500	190	54	2 280
Schütte :				
(1 chaudière) . . .	500	185	45	1 620
Belleville :				
(3 de 500 chevaux).	1 500	300	63	2 280
Niclausse :				
(2 de 400 chevaux).	800	225	52	2 080
	15 100			

(1) Voir dans le *Génie Civil*, t. XLIV, n° 46, p. 243, la description des principaux édifices de l'Exposition.

(2) La livre par pouce carré équivaut à 0,07 kilogr. par centimètre carré.

DESCRIPTION SOMMAIRE DES DIFFÉRENTS TYPES. — Les chaudières Babcock et Wilcox sont trop connues pour qu'il soit nécessaire de les décrire ici. Nous examinerons donc d'abord les chaudières Cahall, qui leur font, en Amérique, une très sérieuse concurrence.

Chaudières Cahall. — Ces chaudières, construites par la « Aultmann and Taylor Co », à Mansfield (Ohio), sont établies sur deux types entièrement distincts, l'un à tubes verticaux, l'autre à tubes horizontaux.

La chaudière verticale a été la première en date. Elle se compose

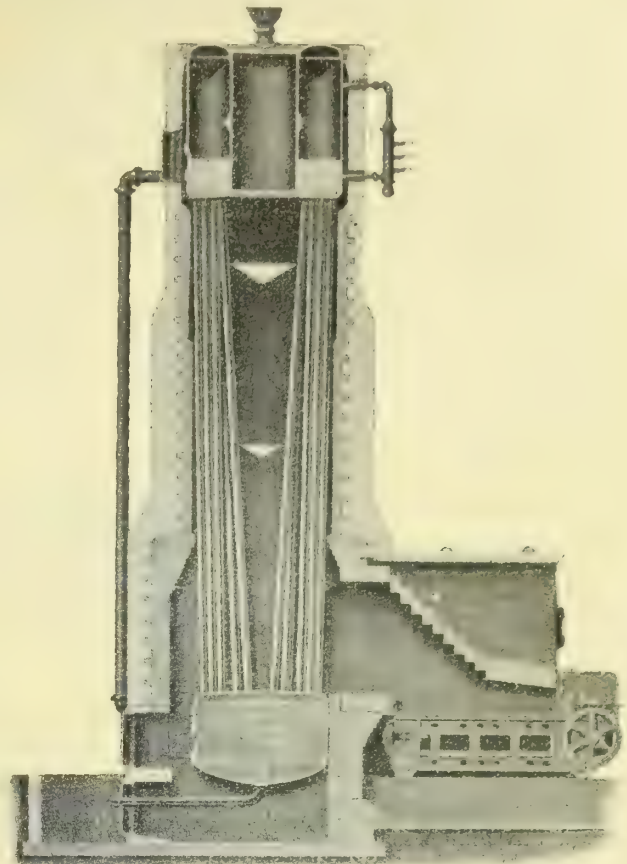


FIG. 1. — Coupe de la chaudière verticale Cahall.

de deux réservoirs en tôle d'acier réunis par des tubes verticaux, de 4 pouces de diamètre, dudgeonnés dans les fonds des réservoirs.

Le réservoir supérieur est traversé par une cheminée centrale autour de laquelle les tubes forment un faisceau annulaire serré. Un

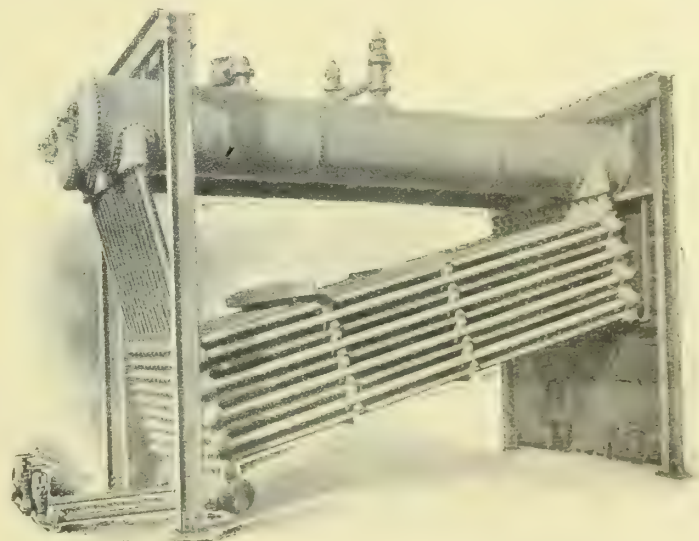


FIG. 2. — Chaudière horizontale Cahall.

tube de retour, extérieur à la chaudière, réunit le fond du réservoir supérieur avec le dôme du réservoir inférieur ; il assure la circulation continue de l'eau à travers le système.

Cet ensemble repose sur quatre supports rivés au réservoir inférieur, sans aucun contact avec la maçonnerie, de manière à permettre la libre dilatation des parties métalliques. La chambre de combustion centrale, limitée par les tubes, a la forme d'un cône renversé, à différentes hauteurs duquel sont placés des écrans destinés à forcer les gaz à traverser le faisceau tubulaire.

Les tubes avariés peuvent être retirés et remplacés à travers de trous pratiqués en couronne au sommet du réservoir supérieur.

La figure 1 montre clairement la disposition du foyer, muni d'une grille en chaîne sans fin, alimentée automatiquement par une trémie extérieure où l'on entasse le charbon.

Cette forme de chaudière se prête éminemment bien à l'utilisation des gaz des hauts fourneaux ou des gaz perdus des fours à acier, et il en existe de nombreuses applications. Pour cet usage particulier, le réservoir inférieur est, comme celui du haut, percé d'une cheminée centrale par laquelle les gaz en ignition sont amenés à l'intérieur de la chaudière.

Le type Cahall à tubes horizontaux a été créé postérieurement, en vue des cas où l'espace manquait pour loger ces hautes colonnes atteignant jusqu'à 8 mètres de hauteur. Il offre de frappantes analogies avec la chaudière Babcock et Wilcox, dont il a également l'apparence extérieure, et la figure ci-dessus nous dispensera de nous y arrêter longuement.

Un surchauffeur est généralement ajouté à la chaudière; il consiste en trois faisceaux de tubes en forme d'U couché, disposés en gradins dans l'espace libre entre le faisceau tubulaire et le coffre à vapeur.

Chaudière Heine. — La chaudière Heine, construite à Saint-Louis et à Phoenixville (Pennsylvanie), est d'une extrême simplicité: deux lames d'eau entrecroisées par un faisceau de tubes et reliées à la partie supérieure avec un coffre à vapeur cylindrique, constituent tout le système. Elle a une

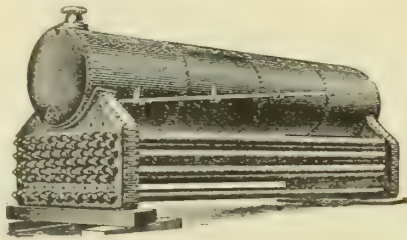


Fig. 3. — Chaudière Heine.

grille mobile formant un tablier sans fin du système Green et fonctionne avec tirage artificiel. Chaque chaudière a 176 tubes de 88^{mm} 2 de diamètre et de 5^m 48 de longueur, et un seul réservoir de 1^m 220 de diamètre. La vapeur est fournie à 12 kilogr. Il semble superflu de s'attarder ici à la description des détails et des joints. Ces chaudières (fig. 3) paraissent assez populaires aux États-Unis.

Chaudière Climax. — Les deux chaudières américaines Climax qui figurent à l'Exposition sont destinées spécialement à fournir de la vapeur aux grandes pompes établies dans le bâtiment des chaudières pour le service d'incendie.

Ce système de générateur consiste en un cylindre vertical rempli d'eau autour duquel rayonnent des tubes implantés en hélice, dont une extrémité débouche vers le bas et l'autre vers le haut du cylindre central. La chambre de combustion est annulaire. Une enveloppe placée à l'extérieur des tubes recouvre tout l'ensemble. La grille est fixée dans l'espace annulaire, entre le corps cylindrique central et l'enveloppe extérieure. Ces chaudières, construites par la « Clonbrock Boiler Co », de Brooklyn, ne paraissent pas présenter d'intérêt spécial: d'ailleurs, jusqu'ici, elles n'ont pas fonctionné à l'Exposition, les pompes étant reliées à la conduite générale.

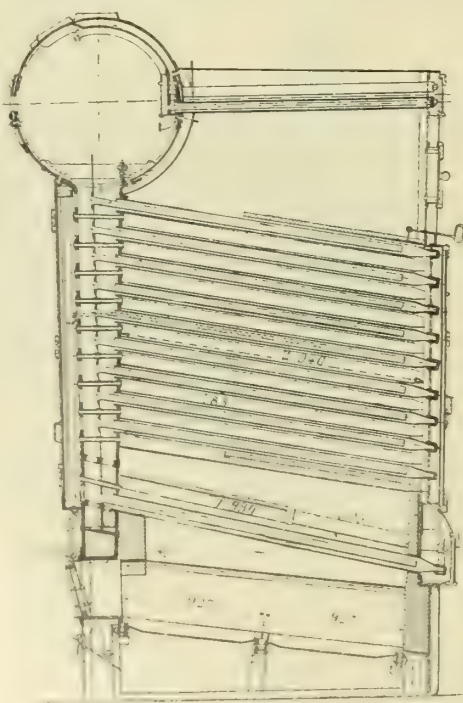


Fig. 4. — Coupe verticale de la chaudière Dürr.

La chaudière Dürr est bien connue en France; elle présente de nombreuses analogies avec la chaudière Niclausse, ayant comme celle-ci des tubes doubles horizontaux; mais les collecteurs de tubes, au lieu d'être réunis en une lame d'eau unique, un certain nombre de tubes partant du milieu du collecteur de vapeur forment un surchauffeur. Cette chaudière (fig. 4) est expo-

sée par la « Dusseldorf-Ratinger Rohrenkessel-Fabrik », de Ratingen, près Dusseldorf (Allemagne). Ses dimensions principales sont :

Surface de chauffe totale.	mètres carrés	212
— au contact de l'eau.	—	200
— du surchauffeur.	—	12
Surface de grille.	—	5,10
Volume du collecteur à vapeur.	mètres cubes	2
Timbre.	kilogr. par cm ²	12,9
Poids de la chaudière avec ses accessoires, mais vide et sans cheminée, environ.	tonnes	21,27
Poids de l'eau en marche, environ.	—	4,7
Poids total, environ.	—	26

Chaudière Schütte. — C'est encore une chaudière allemande, exposée par le « Schütte Kessel Konsortium », de Geestmünde, qui présente une combinaison de la chaudière cylindrique avec une chaudière à tubes d'eau de faible diamètre (30 millimètres intérieur); cette dernière partie est enfermée dans la boîte à feu (1).

Générateurs Belleville. — **Générateurs Niclausse.** — Ces deux systèmes sont trop connus des lecteurs français pour qu'il soit nécessaire de nous y arrêter. Disons seulement que les générateurs Belleville exposés à Saint-Louis, et destinés à alimenter le groupe électrogène de 1500 chevaux construit par les Établissements Delaunay Belleville en coopération avec la Société l'Éclairage Électrique(2), sont timbrés à 21 kilogr., et munis d'économiseurs et de surchauffeurs.

Comme on le voit, les chaudières destinées à fournir de la vapeur à l'Exposition sont toutes à tubes d'eau. On pouvait s'attendre à trouver une plus grande variété de types, mais ceux que nous venons de men-

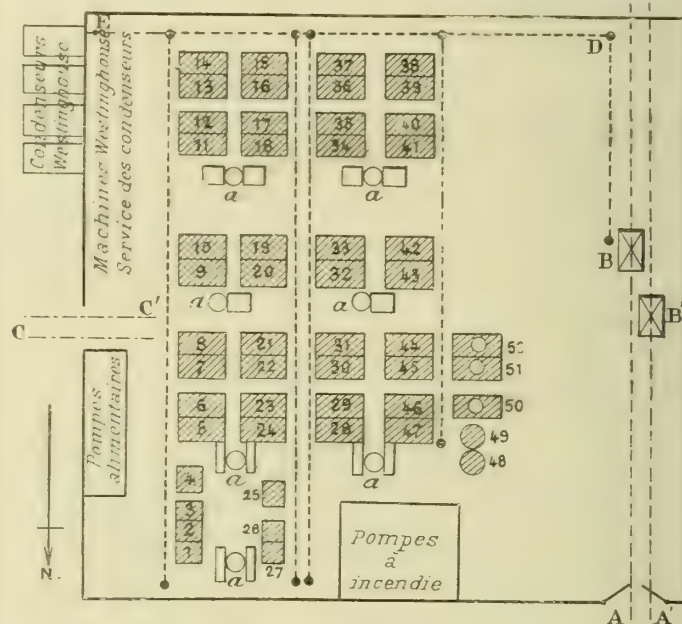


Fig. 5. — Plan du bâtiment des chaudières.

1 à 3, chaudières Belleville; — 4, chaudière Dürr; — 5 à 10, chaudières Cahall; — 11 à 18, chaudières Babcock et Wilcox; — 19 à 24, chaudières Cahall; — 25, chaudière Schütte; — 26 et 27, chaudières Niclausse; — 28 à 31, chaudières Heine; — 32 et 33, chaudières Cahall; — 34 à 41, chaudières Babcock; — 42 et 43, chaudières Cahall; — 44 à 47, chaudières Heine; — 48 et 49, chaudières Climax; — 50 à 52, chaudières Cahall.

tionner prouvent déjà combien sont différentes les solutions adoptées par les constructeurs.

Il nous reste à décrire les dispositions adoptées pour le service de ces chaudières, dont la puissance totale est très supérieure aux besoins journaliers du service.

Le plan ci-dessus (fig. 5) indique la répartition des chaudières, alignées sur trois rues de chauffe, chaque groupe important étant desservi par une cheminée unique *a*. Les chaudières verticales Cahall et Climax, ainsi que les générateurs Dürr et Schütte, ont leurs cheminées propres. Les petits rectangles figurés à la base des cheminées représentent de puissants ventilateurs à grande vitesse, actionnés directement par des moteurs à vapeur horizontaux, qui aspirent les gaz dans le carneau collecteur du groupe et les refoulent dans la cheminée. On obtient ainsi un tirage énergique, même par les temps orageux et lourds qui sont fréquents à Saint-Louis. Les machines des ventilateurs ont une distribution à tiroirs cylindriques. Pour rendre leur fonctionnement économique malgré les variations de charge, leur excentrique est relié à une coulisse qui permet de régler l'admission pendant la marche. Le régulateur est à vitesse variable; on le règle pour celle qui correspond à un tirage donné, en même temps qu'on

1 Cette chaudière sera prochainement décrite dans le *Génie Civil*.

2 Ce groupe sera prochainement décrit dans le *Génie Civil*.

dispose la coulisse pour donner la détente la plus grande possible à cette vitesse.

Toutes les chaudières sont reliées à une conduite générale de vapeur qui descend dans un tunnel CC' conduisant au Machinery Hall. La conduite spéciale des générateurs Belleville passe également dans ce tunnel.

Service du charbon. — Le charbon qui, soit dit en passant, est de fort médiocre qualité, arrive sur wagons par les voies d'accès A, A', à l'extrémité ouest du bâtiment. Il se déverse dans le sous-sol par les puits B, B'. Là, il est pris par un convoyeur à tablier qui l'élève en plan incliné jusqu'au point D, au-dessus du sol, et le déverse dans des godets qui parcourent en plan le chemin DE. Ces godets, formant chaîne sans fin, élèvent le combustible au point D à un niveau supérieur au plafond des chaudières. Au passage des rues de chauffe, les godets basculent et le charbon qu'ils abandonnent est repris par une chaîne sans fin courant au-dessus de la rue de chauffe. Il se déverse dans des bennes cylindriques disposées à l'aplomb de chaque chaudière, et prolongées par un conduit vertical muni d'un registre, que les chauffeurs ouvrent ou ferment selon leurs besoins.

Toute cette installation est actionnée par des moteurs électriques. Un certain nombre d'hommes sont de faction sur les plates-formes parcourues par le charbon, pour assurer la régularité du service, qui est très satisfaisant.

Chargeurs automatiques. — Les chaudières françaises et allemandes n'ont pas de chargeurs automatiques, mais toutes les chaudières américaines en sont pourvues, et il faut reconnaître que le service y gagne en propreté et en économie de main-d'œuvre.

Deux systèmes de chargeur automatique sont en présence. La grille à chaîne sans fin, introduite par la Compagnie Babcock et Wilcox il y a de longues années, n'est plus employée sur ses chaudières; par contre, elle a été reprise par les chaudières Cahall (voir la figure 1) et par les chaudières Heine. Sur les Babcock et Wilcox, c'est le système Roney qui est appliqué. Il consiste en une grille inclinée à 45 degrés environ, dont les barreaux parallèles à la façade de la chaudière ont un mouvement de bascule intermittent qui fait cheminer le charbon de l'avant à l'arrière de la grille.

Dans l'un et l'autre système, le chauffeur n'a d'autre mission que d'alimenter la trémie placée au-dessus du foyer, sur la façade de la chaudière : un seul homme suffit pour un groupe de quatre générateurs. C'est là un avantage précieux, sans contredit, mais les Américains eux-mêmes, quelque partisans qu'ils soient des chargeurs automatiques, reconnaissent qu'ils ne donnent de bons résultats qu'à la condition d'être combinés suivant la nature du combustible à brûler : la vitesse de progression du charbon sur la grille doit être rigoureusement calculée d'après sa composition et la façon dont il brûle, sous peine d'avoir un très mauvais rendement. Cette considération condamne les propriétaires à employer toujours des combustibles de même provenance.

Installations diverses. — Pour terminer la description du bâtiment des chaudières, nous dirons que toutes les pompes alimentaires des chaudières sont groupées dans une fosse régnant le long de la façade est, à l'exception des chevaux alimentaires Belleville qui sont adossés à une caisse d'alimentation établie en avant des générateurs. L'angle sud-est est occupé en grande partie par des machines et des pompes Westinghouse qui assurent le fonctionnement d'énormes condenseurs par mélange, faisant saillie sur la façade est du bâtiment; c'est là que vient se condenser toute la vapeur du « Service plant ». Nous reviendrons ultérieurement sur cette installation.

Nous avons déjà mentionné la station d'incendie qui occupe une partie de la façade nord. Les autres espaces sont occupés par des bureaux et des magasins.

L. PIAUD,
Ingénieur du Département français des Machines,
à l'Exposition de Saint-Louis.

MATÉRIAUX DE CONSTRUCTION

COMPARAISON DES POUVOIRS COUVRANTS du blanc de zinc et de la céruse.

La question si intéressante au point de vue hygiénique de la substitution du blanc de zinc à la céruse, dans la constitution des peintures, après avoir suscité de nombreux travaux, semblait avoir été définitivement tranchée par les intéressantes études de M. A. Livache (1). Celui-ci, en effet, déduisit de ses expériences que le pouvoir couvrant d'une couleur à base d'oxyde de zinc est le même que celui d'une couleur à base de céruse; il estimait que la seule question encore susceptible de discussion était la durée comparative des deux peintures appliquées à l'extérieur.

Plus concluante encore était l'opinion de M. Breton qui, dans un rapport à la Chambre des Députés (1), évaluait le pouvoir couvrant de l'oxyde de zinc au double de celui de la céruse.

Cependant, des divergences d'opinion continuaient à se manifester, les travaux théoriques semblant tous attribuer au blanc de zinc un pouvoir couvrant supérieur, tandis que les praticiens n'ayant pas, il est vrai, une très grande expérience du blanc de zinc, donnaient généralement la préférence à la céruse. Dans un mémoire publié par le *Bulletin de la Société d'Encouragement* (juillet 1904), M. Lenoble, docteur ès sciences, reprenant la question, croit pouvoir affirmer que théoriciens et praticiens ont également raison, les conclusions opposées auxquelles ils sont arrivés tenant à ce que leurs observations ne furent pas faites dans les mêmes conditions. Il résolut de déterminer par l'expérience les valeurs relatives des pouvoirs couvrants des deux produits controversés.

M. Lenoble commence par définir ce qu'on doit entendre par *pouvoir couvrant*; c'est « la facilité plus ou moins grande avec laquelle une certaine peinture peut masquer, peut faire disparaître, peut couvrir, en un mot, les parties profondes de couleur généralement plus foncée; ce pouvoir couvrant est donc en relation directe avec l'opacité de la couleur ». Cette opacité dépend elle-même de l'opacité propre du grain, de sa finesse plus ou moins grande et de la facilité avec laquelle il absorbe l'huile.

Pour la détermination du pouvoir couvrant il s'est servi de planchettes en bois de sapin de 0^m20225 de surface et 0^m025 d'épaisseur sur lesquelles avait été tracée une croix de couleur vert foncé, cette teinte étant, au dire des praticiens, la plus difficile à masquer.

Les produits dont il s'est servi furent :

1^o Une céruse broyée, marque Théodore Lefebvre, présentant la composition suivante :

a	Céruse en poudre	87,4
	Huile	11,5
	Eau	1,1
		<u>100,0</u>

2^o Un blanc de zinc, de la Vieille-Montagne, contenant :

b	Blanc de zinc en poudre	85
	Huile	15
		<u>100</u>

Les densités des poudres déterminées par l'auteur étaient :

Pour la céruse	6,75
Pour le blanc de zinc	5,60

c'est-à-dire dans le rapport de 6 à 5. Ces pâtes furent délayées avec de l'huile de lin commerciale ayant pour densité 0,926 et de l'essence de térébenthine d'une densité égale à 0,863.

Les détrempe préparées se rapprochaient par leur composition de celles indiquées par M. Livache, pour la céruse, et, pour le blanc de zinc, par le Service technique du Ministère de la Guerre. Elles étaient composées de la manière suivante :

Détrempe à la céruse :

Céruse broyée a.	83	Poudre	72,5	72,5	100
		Eau	1	1	1,4
		Huile	9,5	15,5	21,4
		Huile	6		
		Essence	11	11	15,2
					<u>100,0</u>
		Poudre		160	
		Liquide		38	

Détrempe au blanc de zinc :

Blanc de zinc broyé b.	76	Poudre	64,6	64,6	100
		Huile	11,4	23,9	37
		Huile	12,5		
		Essence	11,25	11,25	17,4
		Siccatif	0,25	0,25	0,4
					<u>100,00</u>
		Poudre		100	
		Liquide		54,8	

M. Lenoble procéda à un premier essai en déposant sur les plaquettes :

- 1^o Des *poids égaux* de poudre de céruse et de blanc de zinc;
- 2^o Des *volumes égaux* de ces poudres.

Ces essais furent exécutés en deux proportions différentes et chacune de ces doubles opérations fut répétée trois fois. Ils permirent de constater que la couleur à la céruse, bien que ne contenant pas de siccatif, séchait plus rapidement que la couleur au blanc de zinc; quant à la détermination du pouvoir couvrant, elle fut faite par quatre opérateurs, classant séparément les planchettes, suivant le degré d'atténua-

(1) Voir le *Génie Civil*, t. XLIII, n° 9, p. 140.

(1) *Rapport supplémentaire* n° 941 session de 1903.

tion de la croix verte; elle fut toute à l'avantage du blanc de zinc et établit :

Qu'à *poids égaux* des poudres, le blanc de zinc couvre plus que la céruse;

Qu'à *volumes égaux* des poudres, le pouvoir couvrant du blanc de zinc est encore supérieur, quoique très faiblement, à celui de la céruse.

L'auteur appliqua ensuite sur une des planchettes des détrempe identiques aux précédentes, en *épaisseurs égales*, en variant celles-ci et en donnant successivement trois couches de peinture. Bien que pour chacune des catégories les pouvoirs couvrants soient à peu près semblables, il paraîtrait que :

1° En *couches minces*, la céruse couvre plus que le blanc de zinc;

2° En *couches épaisses*, la supériorité appartient à celui-ci.

Dans cette catégorie d'essais les poudres étaient délayées dans des quantités inégales d'huile de lin et d'essence de térébenthine. Dans les essais définitifs, il ne fut employé que des mélanges exactement semblables, contenant des proportions identiques de poudre et de liquide. L'auteur se basa, pour la détermination des quantités d'huile et d'essence qui convenaient le mieux au délayage de ces poudres, sur les proportions usitées par un maître peintre et sur les indications de divers ouvrages techniques. Il exécuta d'après ces données, trois mélanges de concentration différente, dont le plus concentré est favorable à la céruse, le plus fluide répond à la composition des mélanges employés pour le blanc de zinc et le troisième est intermédiaire.

Les deux poudres furent ajoutées à ces mélanges d'abord à *poids égaux*, puis à *volumes égaux*.

La première couche appliquée fut sèche en quatre jours; elle fut recouverte de trois autres couches de même composition que les premières : après chaque application l'intensité du pouvoir couvrant était appréciée et les planchettes classées suivant celle-ci.

Les résultats permirent de constater que dans tous les cas, le blanc de zinc couvrait plus que la céruse, les différences étant un peu moins grandes à *volumes égaux* qu'à *poids égaux*.

Une deuxième série d'essais fut exécutée en recouvrant les planchettes d'une couche d'huile de lin, tenant lieu de couche d'impression et suivie seulement de deux applications de couleur. Après dessiccation complète, les résultats généraux furent les suivants :

Le blanc de zinc couvre plus que la céruse lorsque ces deux poudres sont appliquées à *poids égaux*. Dans le cas où ces substances sont employées à *volumes égaux*, c'est encore le blanc de zinc qui l'emporte pour le pouvoir couvrant, mais la différence est minime.

C'est à l'aide des résultats ainsi obtenus que l'auteur chercha à déterminer la valeur du rapport des pouvoirs couvrants de la céruse et du blanc de zinc. De l'ensemble de ses observations il croit pouvoir admettre que ce rapport est approximativement égal à 1,4, ce qui veut dire que les poids de *céruse* et de *blanc de zinc* déposés sur des surfaces égales et délayés dans des quantités égales d'huile et d'essences, doivent être entre eux dans le rapport de 7 à 5, pour que le pouvoir couvrant soit le même. Rappelant que les densités de ces substances sont entre elles comme 6 et 5, il en conclut que, considérés à volumes égaux, les pouvoirs couvrants des deux poudres sont entre eux comme

$$\frac{7}{5} \times \frac{5}{6} = \frac{7}{6}$$

Donc, à *volumes égaux*, le blanc de zinc couvre plus que la céruse, mais dans une proportion moindre qu'à *poids égaux*.

M. Lenoble envisageant alors un facteur nouveau, la solidité des peintures, rappelle qu'à ce point de vue les couches minces sont préférables aux couches épaisses et fixe à trente millièmes de millimètre environ l'épaisseur qu'on doit leur donner. Pour fournir des détrempe s'appliquant avec facilité, le blanc de zinc devra, dans ces conditions, être délayé dans une quantité de liquide supérieure à celle qui a été employée dans les précédents essais (54,8); cette quantité ne devra pas être inférieure à 60 parties de liquide pour 100 parties de poudre. De même, pour la composition d'une bonne détrempe de céruse, la proportion la plus favorable lui paraît être 35 à 38 parties de liquide pour 100 de poudre.

Dans cette seconde partie de son étude, M. Lenoble prend une couleur à base de céruse, préparée suivant ces données, et détermine expérimentalement le volume à employer pour trois couches; il déduit ensuite le poids de céruse contenu dans ces trois couches. Il choisit alors, dans des publications diverses, trois couleurs à base d'oxyde de zinc, et comme il a déterminé, dans ses premières expériences, dans quel rapport était le pouvoir couvrant des deux poudres, il en déduit, d'après le poids d'oxyde de zinc contenu dans ces couleurs, le volume qui devra être appliqué sur une surface identique pour produire le même effet et le nombre de couches auquel il correspond. Il arrive ainsi à conclure qu'en pratique, les couches de blanc de zinc étant minces, on peut dire que celui-ci, et c'est ainsi que les ouvriers peintres l'entendent, couvre moins que la céruse. Si l'on veut constituer une peinture de bonne qualité il faudra donc toujours un plus grand nombre de couches de cette couleur pour couvrir une surface donnée (quatre au lieu de trois) que de couches de couleur à la céruse.

Si l'on ne considère que le prix de revient de ces deux produits, il

en résulterait, qu'au point de vue pratique, l'emploi du blanc de zinc serait plus onéreux que celui de la céruse. A plus forte raison si l'on tient compte de la main-d'œuvre.

D'après la série de prix des entrepreneurs de peinture de Lille, le travail nécessaire pour couvrir également 100 mètres carrés de surface coûterait :

76 francs avec la céruse,
100 francs avec le blanc de zinc.

Autrement dit le rapport des prix serait de 3 à 4.

L'apparente contradiction qui semble exister entre les premières conclusions de M. Lenoble et celles qui terminent la seconde partie de son travail, tient sans doute à ce que ces dernières reposent, non plus sur des expériences de laboratoire très précises, mais sur des appréciations théoriques fournies par des compositions de couleur que rien ne relie entre elles. Telle est, du moins, l'opinion de M. Livache qui a présenté le travail de M. Lenoble à la Société d'Encouragement. En rendant hommage à la rigueur scientifique qui a guidé l'auteur, dans les expériences qui l'ont conduit à reconnaître la supériorité du pouvoir couvrant de l'oxyde de zinc sur celui de la céruse, à *poids* ou à *volumes égaux*, il regrette que dans la seconde partie celui-ci se soit borné à tirer des déductions théoriques au lieu de continuer à appliquer sa méthode expérimentale.

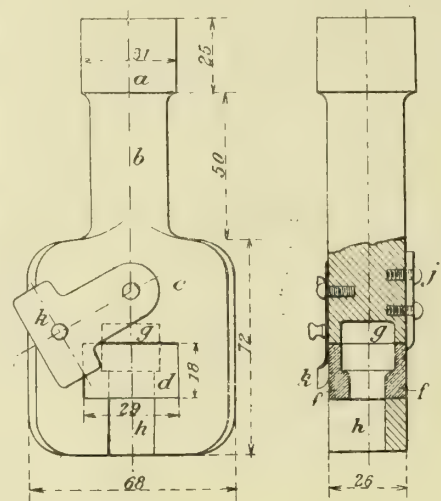
Il engage vivement à reprendre l'étude de cette dernière partie en composant comparativement des couleurs à la céruse et au blanc de zinc et en recherchant, dans la pratique, les poids ou les volumes qui auront été déposés sur de grandes surfaces. M. Livache ne doute pas qu'en se plaçant dans des conditions bien déterminées, donnant toute satisfaction d'emploi au praticien, M. Lenoble ait à constater, conformément à ses premières conclusions, l'égalité des pouvoirs couvrants des deux substances.

VARIÉTÉS

Nouveau mode d'attache des éprouvettes métalliques.

Cet appareil, imaginé par M. Lynch, et présenté par lui à la dernière réunion de la Société américaine pour l'essai des matériaux, est en usage au laboratoire d'essais de la Compagnie Westinghouse, de East-Pittsburg depuis deux ans.

La tête *a* et le col *b* de l'attache sont sensiblement de même forme que



dans le système ordinaire; le corps *c* est une pièce parallélépipédique, de 72 x 68 millimètres sur 26 d'épaisseur, présentant un évidement rectangulaire *d* de 29 sur 18 millimètres, destiné à recevoir les deux coussinets *f* qui, grâce à des épaulements, servent de points d'appui aux éprouvettes à essayer. Celles-ci ont été tournées avec des têtes de même forme. La tête de l'éprouvette se loge d'ailleurs dans un évidement cylindrique de même diamètre *g*, ménagé au-dessus de l'évidement *d*, et destiné

à assurer le centrage de l'éprouvette. L'éprouvette est introduite latéralement par l'ouverture *h*. Les deux coussinets sont parfaitement dressés sur leurs faces extérieures, de façon que les agrafes *j* et *k* puissent être rabattues sans effort et maintenir le tout en place pendant l'essai.

On voit que cette disposition dispense du taraudage des deux extrémités de l'éprouvette. Elle serait précise, expéditive et économique.

Procédé de galvanisation au gris de zinc.

Dans ce nouveau procédé le dépôt de zinc sur le fer ou l'acier se fait à une température inférieure d'environ 120 degrés au point de fusion du zinc.

On commence par un *décapage*, soit par immersion dans un bain acide, soit par abrasion avec du sable.

Les pièces décapées sont placées dans une caisse hermétiquement close et remplie de gris de zinc; sa température est maintenue entre 260 degrés et 320 degrés centigrades. Après quelques heures de chauffe, temps qui varie avec l'épaisseur du dépôt désiré, on laisse refroidir et

on sort les pièces qui sont recouvertes d'une couche homogène de zinc dont l'épaisseur varie avec la température et le temps d'exposition.

Les avantages de ce procédé sont les suivants :

- 1° On opère à plus basse température que par immersion;
- 2° Il y a économie, le gris de zinc ne coûtant pas plus cher que le zinc en lingot, et coûtant souvent même meilleur marché;
- 3° Une autre économie résulte du fait de l'utilisation totale du zinc, il ne se produit pas de perte comme dans les procédés de galvanisation à haute température;
- 4° Les pièces de fer ou d'acier à galvaniser, ne subissent pas d'altération superficielle ni de transformation moléculaire comme dans les autres procédés. Ceci est surtout avantageux pour les objets délicats de faible épaisseur;
- 5° En admettant qu'il y ait surchauffe, il n'y a pas à craindre de détérioration, la poudre de zinc ne s'agglomérant pas et n'entrant pas en fusion même aux très hautes températures et sous forte pression;
- 6° Les objets enduits de graisse peuvent être directement traités par ce procédé. Ceci est également très important, car les pièces machinées peuvent être galvanisées immédiatement.

L'application du procédé exige quelques précautions :

Il faut éviter la formation d'oxyde de zinc si facile avec la poudre; ce qui vaut le mieux, c'est de faire le vide dans la caisse; quand c'est impossible, on mélange à la poudre 3 % de charbon finement pulvérisé. S'il y a formation d'une quantité notable d'oxyde, le dépôt est terne.

L'Engineer, auquel nous empruntons ces renseignements, assure que la méthode est générale et aurait déjà été appliquée pour recouvrir le fer d'une couche de cuivre, d'aluminium ou d'antimoine. Ces métaux cependant ne se trouvent pas généralement dans le commerce sous une forme aussi ténue que le gris de zinc produit directement par sublimation au moment de l'élaboration du métal. La ténuité semble nécessaire à la réussite du procédé.

Agrandissements du port de Douvres.

Le port de Douvres, bien que ses importations se chiffrent par 225 millions et les exportations par 75 millions, ne comprend actuellement qu'une petite rade protégée par deux jetées, un bassin à flot et deux bassins à écluses (Granville Dock et Wellington Dock). L'amplitude de la marée y varie de 4^m 60 à 5^m 70. On veut aujourd'hui le transformer en grand port de guerre en même temps qu'en port d'escale important pour les transatlantiques du service de Hambourg à New-York. Ce projet, déjà ancien, est en cours d'exécution depuis

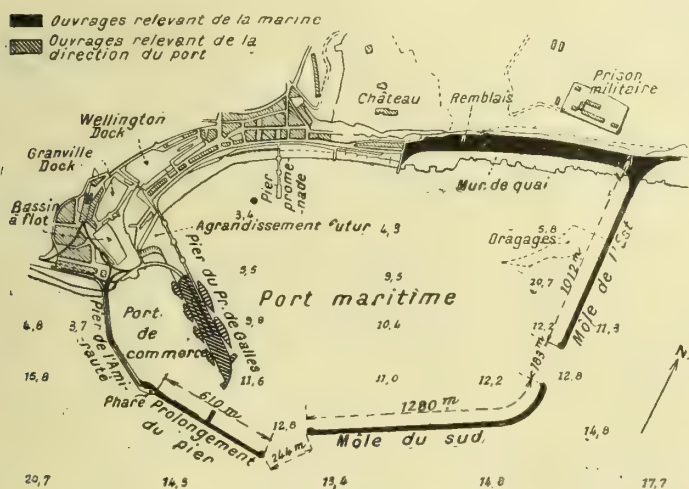


Fig. 1. — Plan des agrandissements du port de Douvres.

que les fonds nécessaires ont été votés par le Naval Works Act de 1897.

Dès 1891, le pier de l'Amirauté (fig. 1), auquel accostent les vapeurs du service continental, fut remis par le Gouvernement aux autorités du port, avec l'autorisation de le prolonger de 177 mètres, en même temps que de construire le pier du Prince de Galles. Celui-ci se compose de deux parties : une passerelle en fer de 9^m 75 de largeur, partant du rivage et s'avancant de 385 mètres dans la mer; puis une jetée, en blocs de béton avec parements en granit, de 500 mètres de longueur.

Les autres travaux prévus ne furent pas exécutés alors, et vont être remplacés par ceux que représente la figure 1, c'est-à-dire : le prolongement du pier de l'Amirauté, sur 610 mètres; la construction d'un môle de l'est et d'un môle du sud, laissant entre eux deux passes de 183 et 244 mètres avec des tirants d'eau de plus de 12 mètres. La distance du môle du sud au rivage est de 1 370 mètres. Enfin, un mur de quai de 1 070 mètres remplaçant une plage actuellement inutilisée.

La rade protégée aura ainsi une superficie de 275 hectares, dont 29 hectares pour le port de commerce. Les fonds de craie ou de marne crayeuse à rognons de silex sont bons pour l'ancrage.

On voit que le pier du Prince de Galles perd sa destination première de brise-lames, et qu'il convient de l'aménager en appontement pour le commerce. On doit donc y installer une station avec huit voies ferrées, se raccordant aux réseaux du South Eastern et du Chatham Railway.

Le plan ci-dessus montre comment l'État et la Direction du port se partagent cet ensemble de travaux.

L'État entreprend les deux brise-lames, le prolongement du pier et le mur du quai; la Ville fera le reste des aménagements au fur et à mesure des besoins, en y consacrant les recettes du port lui-même.

Le prolongement du pier et le môle de l'est sont actuellement en cours d'exécution (le premier depuis décembre 1899, le second depuis janvier 1901), et sont constitués par des blocs de béton de 10 à 40 tonnes; leur partie supérieure est revêtue en maçonnerie de granit. Les môles ont une largeur de 14^m 50 en couronne; un parapet en granit de 1^m 30 les surmonte du côté de la haute mer. Le môle du sud a été commencé, mais les échafaudages ont été détruits par une tempête au mois de septembre de l'année dernière, et un retard considérable s'en est suivi.

Le pier prolongé a 27^m 50 de hauteur depuis la base des fondations jusqu'à la chaussée, dont la largeur est de 13^m 70. Il portera un phare à son extrémité.

Le mur de quai, entrepris dès 1898, est construit avec des matériaux semblables et remblayé par derrière; cet espace doit être utilisé comme dépôt de charbon.

Pour la construction des môles, on prévoit l'emploi de 2 500 000 tonnes de béton et 200 000 tonnes de granit. Quinze cents à deux mille ouvriers travaillent actuellement sur les chantiers.

Chauffage à l'eau chaude, système Brückner.

Dans le système de chauffage que représente la figure ci-dessous, d'après le *Zentralblatt der Bauverwaltung*, on s'est proposé de faire circuler l'eau chaude dans la canalisation avec une vitesse plus grande que d'ordinaire, en provoquant la vaporisation partielle de cette eau dans la colonne montante *s*, de façon à employer des canalisations de faible diamètre.

L'eau est portée, en effet, à une température supérieure à 100 degrés, dans la chaudière *K*, en raison de la pression exercée par la colonne *R*. La vaporisation s'effectue dans cette colonne, à un niveau *R* qui dépend de la hauteur de la section *AR*.

En ce point, la conduite est élargie, et constitue ce que l'inventeur appelle un régulateur; en effet, suivant que le niveau de l'eau en ébullition y est plus ou moins élevé, la colonne fait équilibre d'une façon plus ou moins complète à l'eau contenue dans les conduites de retour, et la vitesse

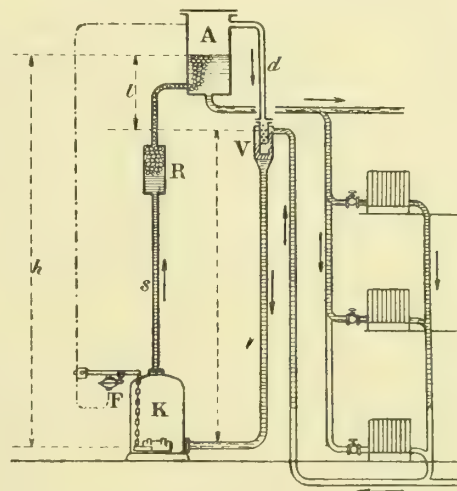


Schéma de la circulation de l'eau et de la vapeur dans les canalisations.

de circulation varie d'une façon correspondante.

A partir du vase clos *A* (vase d'expansion), la canalisation se divise en branchements qui desservent les radiateurs des étages, et ceux-ci se rassemblent, à l'étage inférieur, dans un collecteur de retour. Ce collecteur, au lieu de regagner directement la chaudière, remonte jusqu'à un mélangeur *V*, où débouche le tuyau *d* qui amène la vapeur du vase *A*, dans le but d'accélérer la vaporisation en *R* par la condensation qui se produit en *V*. L'eau réchauffée par la condensation en *V* se rend alors à la chaudière par le chemin *VK*.

La pression qui détermine la circulation de l'eau dans ce tube est sensiblement constante ($l = h - h_1$) malgré les petites variations de *h* et *h*₁ suivant le régime du chauffage et l'allure de la chaudière.

La soupape *F*, soumise à la pression de la vapeur de *A*, actionne par un levier à contrepois le registre du tirage et contribue à régulariser la marche du chauffage.

SOCIÉTÉS SAVANTES ET INDUSTRIELLES

Académie des Sciences.

Séance du 22 août 1901.

Hydrodynamique. — Petites dénivellations d'une masse aqueuse infiltrée dans le sol, de profondeurs quelconques, avec ou sans écoulement au dehors. Note de M. J. BOUSSINESQ.

L'auteur applique les équations précédemment établies par lui (1) au cas du rétablissement lent de l'équilibre dans une masse aqueuse souterraine ayant inférieurement et latéralement des formes quelconques, mais dont la surface supérieure, soumise à la pression atmosphérique, se trouve affectée de petites inégalités.

Physiologie pathologique. — Sur l'influence qu'exerce l'état de santé du galactifère sur le point de congélation du lait. Note de MM. GUIRAUD et LASSERRE, présentée par M. Bouchard.

A l'occasion d'un travail entrepris par l'un d'eux sur la valeur hygiénique des laits apportés sur le marché de Toulouse, les auteurs ont poursuivi, pendant plusieurs mois, des recherches méthodiques, sur l'application de la Cryoscopie à l'analyse du lait, comparativement aux autres procédés.

Ces recherches confirment pleinement celles de Parmentier sur la constance du point de congélation des laits normaux et purs, et sur les services que peut rendre cette méthode, quand elle est employée avec précaution, pour déceler les adulterations du lait notamment le mouillage. Voici les conclusions qu'ils en tirent :

1° Le point de congélation des laits purs, pris aux fermes, est constant, ainsi que l'a trouvé Parmentier, et compris entre $-0,55$ et $-0,56$;

2° L'addition artificielle d'eau, faite à l'insu de l'expérimentateur, en proportions variables, a toujours donné des chiffres conformes aux calculs ;

3° Mais il est un point déjà signalé par Parmentier, et sur lequel l'attention des hygiénistes doit être appelée : celui de l'influence de l'état de santé du galactifère sur le point cryoscopique du lait qu'il fournit.

Tous les laits d'origine pathologique que MM. Guiraud et Lasserre ont analysés, notamment les laits d'animaux tuberculeux, ont présenté un point de congélation sensiblement inférieur à celui des laits normaux.

Sans doute, les faits sont encore trop peu nombreux pour qu'il soit permis d'en tirer des conclusions fermes. Ils paraissent néanmoins mériter d'être signalés et, si les recherches ultérieures les confirment, il y aurait peut-être là une méthode d'analyse très utile pour l'hygiène.

Thermoelectricité. — L'inversion thermoelectrique et le point neutre. Note de M. G. DE METZ.

D'après les recherches de lord Kelvin, Avenarius, Tait et autres, entre la température du point neutre T_n et la température de l'inversion T_{inv} , il existe deux relations simples et constantes : $T_{inv} = 2 T_n$; et : $T_{inv} = t_1 + t_2 = \text{constante}$; t_1 et t_2 étant les températures des deux contacts du couple thermoelectrique au moment de l'inversion quand le courant s'annule.

L'auteur ayant soumis à un contrôle plusieurs couples : Pt-Au, Pt-Cu, Pt-laiton, Pt-Pb, Pt-Al, Ag-Zn, Pt-Zn, Pt-Ag, Pb-laiton, c'est seulement pour le couple Pt-Zn qu'il a pu constater l'exactitude des deux équations. Pour d'autres couples, il a trouvé que T_{inv} change notablement de valeur quand la température t_1 d'un des contacts décroît progressivement jusqu'à la température de l'air liquide et que, par conséquent, la température t_2 de l'autre contact s'élève progressivement. La plupart des couples étudiés l'ont conduit à cette constatation que la valeur de T_{inv} a, en général, une tendance à s'élever à mesure que la température t_1 s'abaisse ; mais le couple Ag-Zn fait exception à cette règle et suit une loi inverse.

En ce qui concerne les températures T_n du point neutre, quand la température t_1 d'un contact s'abaisse graduellement, depuis celle de l'air ambiant jusqu'à celle de l'air liquide, M. de Metz a trouvé, d'accord avec Gauguin, que la température du point

neutre reste encore dans ce cas parfaitement constante et caractéristique de chaque couple.

Pour terminer, il recommande l'emploi du couple Pt-Zn, qui suit rigoureusement les lois indiquées par les équations ci-dessus, et qui, associé à un bon thermomètre à mercure, peut devenir un instrument précieux pour la mesure des basses températures.

A. B.

BIBLIOGRAPHIE

Revue des principales publications techniques.

CHEMINS DE FER

Éclairage électrique des signaux de chemins de fer. — Dans l'*Elektrotechnische Zeitschrift*, du 11 août, M. FREY décrit les dispositifs qu'il a étudiés pour l'éclairage des signaux par lampes à incandescence.

L'éclairage d'un signal éclairé par une lampe à pétrole de 10 bougies à bec rond coûte annuellement 59 francs, le pétrole étant compté 0 fr. 16 le kilogramme. La lampe s'éteint facilement en cas de tempête.

L'auteur décrit le dispositif qu'il a adopté pour la remplacer par deux lampes à incandescence, tout en conservant la possibilité de remettre en place la lampe à pétrole. L'emploi de deux lampes donne toute sécurité en cas d'accident à l'une d'elles. Au bout de 800 heures, la lampe d'avant est enlevée et mise à l'arrière, de sorte que chaque lampe fait 1 600 heures de service.

Après de nombreux essais, on a reconnu que deux lampes de 10 bougies, à 4 watts par bougie, avec supports de filament, montage à baïonnette, étaient les mieux appropriées à l'éclairage des signaux. Elles sont montées sur une suspension à ressort, afin de les préserver des chocs du signal contre le mât, et les verres rouge rubis ou vert sombre ont 2^m 5 d'épaisseur.

L'auteur décrit également un triple signal à incandescence installé au Gothard.

Il estime à 40 francs la dépense annuelle occasionnée par un signal à deux lampes, qui procurent par suite une économie de 19 francs.

Réunion annuelle de la Société américaine des Constructeurs de matériel de Chemins de fer. — La réunion de l'American Railway Master Mechanics Association a eu lieu les 27, 28 et 29 juin derniers, à Saratoga (État de New-York). Les principales questions qui ont été étudiées sont :

La consommation du charbon dans les locomotives ; le chargement automatique des foyers ; peintures pour locomotives ; grilles pour charbons bitumineux, par M. J. A. CARNEY ;

Espace libre à laisser sous la grille, par M. F. J. COLE ;

Création d'écoles techniques pour le service des chemins de fer, par M. R. D. SMITH ;

Emploi de la vis pour la commande du mécanisme de changement de marche, par M. J. PLAYER.

CHIMIE INDUSTRIELLE

Expériences sur les peintures employées dans les constructions métalliques. — L'*Engineering Record*, du 16 juillet, reproduit un mémoire de M. R. JOB, dans lequel l'auteur rapporte les résultats des expériences qu'il a entreprises sur ce sujet.

L'adhérence d'une peinture sur le métal, le temps qu'elle y demeure en résistant aux intempéries, dépend d'un grand nombre de facteurs. Un des plus importants serait la finesse du pigment et l'uniformité de sa grosseur, beaucoup plus que sa nature et la composition des mélanges qui, en général, laissent peu à désirer.

L'expérience a prouvé que pour obtenir la finesse désirable, le broyage doit être pratiqué à sec. Dès que l'huile est incorporée au pigment, le broyage et le brassage n'ont généralement plus d'effet sur la grosseur du grain, à partir d'une certaine limite qui dépend de la nature du pigment et de l'huile. L'addition d'un peu de vernis à certaines peintures augmenterait souvent les qualités de conservation beaucoup mieux et plus économiquement que l'emploi de pigments spéciaux et coûteux substitués à des matières inertes et d'une faible valeur marchande.

CONSTRUCTIONS NAVALES

Le nouveau transatlantique « Caronia ». — A propos du lancement récent du nouveau transatlantique, le *Caronia*, appartenant à la Compagnie Cunard, l'*Engineer* et l'*Engineering*, du 15 juillet, en donnent les caractéristiques et dimensions principales.

Ce navire marque les derniers progrès faits dans la construction d'un type assez nouveau ; il est non seulement équipé avec le plus grand luxe en ce qui concerne l'aménagement des passagers, mais encore il est disposé pour recevoir un chargement important.

Dans ces conditions, on n'a pas recherché une vitesse exagérée, qui ne peut être d'ailleurs obtenue économiquement et sans sacrifier d'autres avantages importants. Néanmoins, à ce point de vue, il ressemblera plus aux transatlantiques rapides allemands qu'au *Baltic*, dont la vitesse aurait été trop sacrifiée ; il filera 18 nœuds.

Le *Caronia* sera à sept étages de ponts. Il pourra transporter 2 650 passagers, dont 300 de première classe, et 12 000 tonnes de marchandises. Les machines, à quadruple expansion, seront d'une puissance de 21 000 chevaux.

Les principales caractéristiques du *Caronia* sont : longueur totale, 210 mètres ; largeur au maître-couple, 21^m 70 ; hauteur jusqu'au pont couvert, 15^m 70 ; gros tonnage, 21 000 ; tirant d'eau en charge, 9^m 70 et déplacement correspondant, 29 800 tonnes.

ÉLECTRICITÉ

Sur la marche en parallèle des transformateurs triphasés. — Un transformateur triphasé peut avoir des circuits connectés de quatre façons : étoile-étoile, étoile-triangle, triangle-étoile, triangle-triangle.

Les divers transformateurs montés sur un réseau peuvent ainsi être accouplés de dix façons différentes :

Triangle-triangle avec triangle-triangle ;	
Étoile-étoile — étoile-étoile ;	
Triangle-étoile — triangle-étoile ;	
Étoile-triangle — étoile-triangle ;	

(ces quatre premiers cas, se rapportant à des groupements semblables, ne présentent aucune difficulté) ;

Triangle-triangle avec étoile-étoile ;	
Triangle-étoile — étoile-triangle ;	

(ces deux combinaisons se prêtent également à l'accouplement) ;

Triangle-triangle avec triangle-étoile ;	
Triangle-triangle — étoile-triangle ;	
Étoile-étoile — triangle-étoile ;	
Étoile-étoile — étoile-triangle ;	

(ces quatre derniers accouplements ne sont pas possibles, en raison des différences de phase).

Dans l'*Electrical World*, du 9 juillet, MM. KENNELLY et WHITING étudient ces différences de phase, et montrent que le système ainsi constitué équivaut à deux alternateurs dont les induits seraient décalés de 30 degrés. Ils décrivent les expériences qu'ils ont faites à l'appui de leur étude.

Les mêmes difficultés ne se présentent pas avec les alternateurs ; un alternateur en triangle s'accouple sans difficulté avec un autre en étoile, en raison de la possibilité d'une mise en phase par déplacement mécanique.

Les longues portées pour les lignes de transmission électrique. — M. F. O. BLACKWELL, dans un mémoire que reproduit l'*Electrical Review*, du 9 juillet, énumère les diverses causes d'arrêt d'une distribution d'énergie électrique à haute tension : courts-circuits par des branches, défauts des isolateurs, incendie des poteaux, coups de foudre, inondations, etc.)

Il montre que ces accidents se trouvent réduits par l'augmentation des portées et l'emploi des pylônes métalliques à la place des poteaux en bois. Le prix de ces pylônes est quelquefois plus élevé, mais leur durée est plus grande et leur facilité de transport par petits éléments est à considérer pour l'emploi dans les régions peu accessibles.

Il étudie les divers matériaux (cuivre, aluminium, acier) employés pour les lignes, rappelle les formules donnant la tension du conducteur en fonction de la portée, de la flèche, etc., et termine par des indications sur la hauteur des pylônes, leur construction, et celle des isolateurs et tiges.

1. Voir le *Gen. Civil*, t. XLV, n° 36, p. 270 et n° 37, p. 286. *Comptes rendus de l'Académie des Sciences.*

L'usine électrique de Kingsbridge, à New-York. — Le *Street Railway*, du 2 juillet, décrit cette usine, qui fournit l'énergie pour la New-York City Railway Co, et qui, prévue pour recevoir seize unités de 3 000 kilowatts chacune, alimente 25 commutatrices de 1 000 kilowatts réparties dans la ville.

L'énergie y est produite sous forme de courants triphasés à 6 600 volts, fréquence 25, par des groupes électrogènes formés d'une machine Corliss compound verticale et d'un alternateur à inducteur tournant.

La condensation est centrale, par condenseurs barométriques.

Les chaudières sont à chauffe automatique, et à tirage naturel ou forcé, à volonté. Elles sont pourvues d'économiseurs.

Tous les appareils auxiliaires sont commandés par machines à vapeur, dont l'échappement se rend dans les réchauffeurs d'alimentation.

Chaque groupe de feeders dépend d'un groupe de génératrices, et on n'a pas prévu les barres doubles. Mais la sécurité se trouve assurée par l'emploi, pour chaque sous-station, de plusieurs feeders dépendant de machines différentes.

ENSEIGNEMENT

Le dessin de machines. — Partant de cette idée que le dessin est un langage, il est important qu'il soit compris aussi aisément que possible par tous ceux qui y ont recours. M. G. H. FOLLOWS, dans l'*Engineering News*, du 14 juillet, propose d'établir des règles internationales pour l'exécution des dessins industriels; il montre que l'entente serait des plus faciles, car déjà la plupart des règles sont admises tacitement dans presque tous les pays; il montre les conditions auxquelles doit satisfaire ce langage et, s'inspirant de ces considérations, dresse, à titre d'essai, un tableau des signes conventionnels qui pourraient être adoptés pour le dessin de machines en particulier.

Les exemples de dessin qu'il reproduit montrent que, à première vue, le dessin donne une représentation frappante de l'ensemble de l'objet ou de l'organe représenté et que les parties essentielles et caractéristiques sont mises en évidence.

MÉCANIQUE

Traceur automatique des épures de distribution pour machines à vapeur. — Le tracé des courbes représentatives du mouvement d'un tiroir de distribution pour une coulisse déterminée présente toujours sinon quelque difficulté, du moins quelque longueur.

L'*Engineering*, du 8 juin, décrit un appareil universel de démonstration, en usage au collège technique de Finsbury, qui permet de faire automatiquement ce tracé dans un très grand nombre de cas. Les courbes s'enregistrent sur un tambour cylindrique mobile autour de son axe dont est muni l'appareil. Les quantités qu'on peut faire varier sont : les excentricités, les avances, la longueur des tiges d'excentrique, et la position du levier qui commande la coulisse.

MÉTALLURGIE

Le nouveau laminoir à tôles de l'usine Charlottenhütte (Allemagne). — Le *Stahl und Eisen*, du 1^{er} juin, donne les plans et la description d'un laminoir, installé l'année dernière dans l'usine Charlottenhütte et destiné à laminier des tôles jusqu'à 3 mètres de largeur. Ce laminoir comprend deux trains desservis par le même moteur.

Deux fours à réchauffer de 15 mètres de longueur avec enfourneuses hydrauliques, et contenant chacun 60 à 70 tonnes de métal, reçoivent les lingots qui, à leur sortie, roulant sur des chemins inclinés, sont amenés directement au laminoir.

Le trio dégrossisseur, dont les cylindres ont 3^m 10 de longueur et respectivement 70 et 90 centimètres de diamètre, sert à laminier des tôles de 40 à 5 millimètres. Les tôles plus fines, jusqu'à 3 millimètres, sont terminées par un second trio pourvu de cylindres de 2^m 20 de longueur.

Les transporteurs à rouleaux, grues et autres appareils secondaires de l'installation sont à commande électrique.

Les tôles peuvent être, aussitôt refroidies, tracées et cisailées au moyen des cisailles de l'atelier.

MINES

Chevalements de puits de mines. — Dans l'*Engineering and Mining*, du 14 juillet, M. W. R. CRANE étudie les dispositions et les différents types qui ont été adoptés pour les chevalements placés au sommet des puits de mines dans le district de Mississippi Valley.

La forme de ces chevalements, même pour ceux qui ont été construits tout récemment, varie considérablement, surtout pour les mines de houille et de sel. Elle résulte surtout de l'usage plutôt que de la disposition des lieux, car le terrain étant de niveau cette disposition est très sensiblement la même; de plus, les couches exploitées sont presque toutes horizontales.

Ces chevalements, pour les mines métallifères, sont généralement pourvus d'appareils de triage et de classement par dimensions et qualités, souvent aussi de convoyeurs pour l'emménagement en des points peu éloignés en vue d'un remaniement ultérieur avant l'emménagement définitif ou l'expédition. Ces chevalements portent dans la région le nom particulier de *tipple*.

L'auteur montre comment, dans les différentes formes, ont été réalisées les conditions de résistance, stabilité, puissance, rendement, durabilité et de prix d'installation selon les différents besoins.

Les puits sont généralement à deux compartiments avec cages contre-balancées, l'usage étant de construire plusieurs puits de section réduite et à deux compartiments plutôt que de faire des puits de très grand diamètre avec un grand nombre de compartiments. On peut ainsi placer les molettes à égale distance des côtés du chevalement de façon à réduire au minimum les effets des efforts latéraux et de torsion pendant le mouvement des câbles d'extraction. L'emplacement n'a guère alors pour but que de résister au vent; il en résulte une certaine unité de dessin. Néanmoins, on peut faire un classement en quatre catégories; l'auteur termine en donnant les caractéristiques et des types de chacune d'elles, ainsi que le prix de revient de leur construction.

PHYSIQUE INDUSTRIELLE

L'écoulement de la vapeur par les ajutages. — Dans l'*American Machinist*, du 16 juillet, M. A. LEVIN publie quatre tables, calculées d'après la méthode de Zeuner, et donnant, en fonction de la pression et de la saturation initiales, l'état de saturation après détente adiabatique à une autre pression et une autre température.

Après avoir, par des exemples numériques, montré l'usage de ces tables et donné quelques détails sur l'interpolation, il les applique au calcul de la vitesse dans un ajutage par la formule de Zeuner, simplifiée comme suit :

$$w^2 = 223 \sqrt{h_0 - h + r_0 x_0 - r x}$$

w étant la vitesse en pieds par seconde à l'orifice de l'ajutage;

h_0 et h la chaleur dans l'eau, initiale et finale, en unités anglaises (heat units);

r_0 et r la chaleur latente dans la vapeur, initiale et finale;

x_0 et x la saturation initiale et finale;

h_0 , h , r_0 et r se trouvent dans les tables des propriétés de la vapeur, x_0 est donné, x se déduit des tables ci-dessus.

L'auteur calcule ensuite le poids de vapeur écoulé, puis donne un exemple numérique, qui comporte également le calcul de la section de l'ajutage à l'entrée et à la sortie.

Appareil permettant de suivre la combustion dans les foyers industriels. — Cet appareil imaginé par M. Krell, de Nuremberg, construit et perfectionné par M. A. Schultze, de Berlin, est destiné à suivre les phases d'une combustion industrielle en déterminant rapidement la proportion de gaz carbonique qui se trouve dans les fumées. Il est décrit dans l'*Engineering*, du 6 mai.

L'appareil consiste essentiellement en deux tubes dans lesquels on aspire, également et en même temps, de l'air et les gaz renfermant l'acide carbonique à doser, au moyen d'un même appareil de succion; la proportion d'acide carbonique est donnée par la différence des pressions dans ces deux tubes; elle est lue au manomètre.

La méthode se prête à l'enregistrement.

RÉSISTANCE DES MATÉRIAUX

Emploi de lamettes minces entaillées pour l'étude de la fragilité. — M. FAIN, qui, comme capitaine-adjoint à la fonderie de canons de Bourges, a eu à s'occuper des essais au choc de barreaux entaillés, s'était proposé d'étudier l'homogénéité des aciers, de rechercher les variations de la fragilité suivant la nuance et le traitement du métal, et surtout d'obtenir une méthode pratique qui pût être substituée avec avantage aux essais de ployage par choc habituellement usités. Il résume dans la *Revue de Métallurgie*, de juin 1904, les expériences qu'il fit à ce sujet.

Les recherches lui permirent de constater tout d'abord que pour un même acier, on peut en général considérer la *hauteur moyenne de rupture* comme une caractéristique de l'état de l'échantillon éprouvé, état résultant des modifications de structure produites par le forgeage, le recuit, la trempe et le revenu. Ces modifications sont d'ailleurs souvent mises en relief par la méthode des barreaux entaillés avec une remarquable sensibilité, alors qu'elles ne ressortiraient en aucune manière ni des épreuves de traction, ni des essais de pliage au choc.

Les barreaux entaillés employés jusqu'ici par les différents expérimentateurs ayant des épaisseurs variables de 10 à 30 millimètres, l'auteur, afin de pouvoir se rendre compte de l'importance et de la distribution des groupements hétérogènes qui constituent les aciers, utilisa des lamettes entaillées très minces, ayant au plus 3 à 4 millimètres d'épaisseur. D'après M. Fain, l'emploi de ces lamettes minces profondément entaillées assure d'une façon absolue la localisation des déformations de rupture, localisation qui est le principe même de la méthode des barreaux entaillés.

Cette méthode que l'auteur décrit en détail est susceptible, d'après lui, d'une très grande précision et convient très bien à des essais pratiques de réception, dans le cas où le métal ne peut fournir des éprouvettes de plus grande dimension. En outre, elle lui a permis de mettre en lumière des faits intéressants tels que la grande résistance au choc des couches superficielles des aciers mi-durs trempés à l'eau et soumis à un revenu, l'influence du traitement sur la fragilité, l'augmentation de la résistance au choc lorsque, à égalité de traitement, les dimensions de la section de l'échantillon trempé diminuent.

Enfin, les expériences décrites par M. Fain montrent que, dans certains cas, la fragilité n'est pas l'élément capricieux révélé par les méthodes d'essais employées jusqu'ici, mais semble être soumise à certaines lois.

Appareil à déterminer rapidement la fragilité des fers profilés. — Cet appareil, imaginé par M. J. P. SNOW, a fait l'objet d'un mémoire présenté à l'Association américaine pour l'Essai des Matériaux; il est reproduit par l'*Engineering Record*, du 25 juin, et l'*Iron Age*, du 23 juin.

En principe l'appareil est destiné à trancher du côté coupé de la pièce profilée une longueur d'environ 0^m 30 et à la plier à environ 0^m 08 d'un bord, de préférence dans le sens perpendiculaire au laminage, de façon que de la nature du grain, de la forme de la cassure et la façon dont elle s'est produite, on puisse déduire des renseignements sur la fragilité du métal.

L'opération se ferait sur chaque pièce dès sa sortie du laminoir. Elle aurait l'avantage d'être expéditive et de remplacer utilement les essais au choc, qui eux-mêmes devaient remplacer les essais de pliage à froid, dont l'emploi était général autrefois.

Théorie des câbles métalliques. — M. HANS BENNDORF, professeur à l'Université de Vienne, publie, dans la *Zeitschrift des Oesterreichischen Ingenieur-Vereines*, des 22 et 29 juillet, une étude théorique sur la résistance et l'élasticité des fils et câbles métalliques, en examinant successivement les fils, les torons de six fils avec âme en chanvre ou métallique, et enfin les câbles de plusieurs torons. Des tableaux numériques indiquent les résistances calculées dans chaque cas.

SCIENCES

Le pendule de Foucault. — L'*Electrical World*, du 25 juin, décrit plusieurs dispositifs imaginés par M. E. K. ADAMS pour entretenir automatiquement un pendule de Foucault. L'auteur

en a vérifié l'application avec un pendule de 4^m 80.

Le premier de ces dispositifs est mécanique; les suivants sont actionnés électriquement, le courant étant lancé, soit par contact direct avec du mercure ou du graphite, soit par une étincelle de haute tension franchissant un petit espace, sans qu'il y ait contact matériel.

Télescope géant de l'Observatoire de Yerkes, à Williams Bay (Wisconsin). — Ce télescope, qui a 1 mètre d'ouverture et qui pèse 70 tonnes avec une partie mobile pesant plus de 22 tonnes, est décrit dans l'*Engineering*, du 29 avril et du 12 mai. Des détails sur le montage, le fonctionnement et les appareils accessoires sont également donnés. Il a été construit par MM. Warner et Swasey, de Cleveland (Ohio).

TÉLÉGRAPHIE

Télégraphie sans fil. — Dans la *Revue du Génie*, du mois de juin, le Commandant Dubois, du Génie, publie une étude sur la télégraphie sans fil qui se recommande par son mode élémentaire d'exposition. Toute la première partie de cette étude est consacrée à l'exposé des principes de physique générale qui servent de base à la propagation des mouvements oscillatoires, en général, et des ondes hertziennes en particulier.

Ensuite, sans s'arrêter outre mesure à l'histoire du nouveau mode de communication aérienne, l'auteur étudie successivement toutes les parties du dispositif, ainsi que les différents montages adoptés par les principaux protagonistes de la télégraphie sans fil. Enfin, il donne un rapide aperçu de ses avantages et des inconvénients qu'on n'est point parvenu à faire disparaître, malgré les nombreuses tentatives des physiciens, telle, par exemple, l'insécurité des messages qu'on peut toujours intercepter dans des conditions convenables de distance.

TRAMWAYS

Emploi du frein à air comprimé avec réservoir, sur le réseau des tramways de Newark (États-Unis). — Le *Street Railway*, du 25 juin, donne la description d'une nouvelle application de ce système qui vient d'être faite à Newark (New-Jersey).

La méthode consiste à emmagasiner l'air comprimé nécessaire au fonctionnement des freins dans un réservoir au lieu d'employer un compresseur sur chaque voiture comme c'est généralement l'usage.

Les bons résultats donnés par le système sur plusieurs réseaux de tramways américains ont décidé de son adoption à Newark; il a pour lui, en effet, le grand avantage de ne demander que des frais d'établissement extrêmement réduits.

Les voitures pèsent 16 tonnes à vide; elles ont 12^m 30 de longueur.

L'étude comprend d'abord l'équipement de la voiture, puis les stations d'approvisionnement et les appareils de prise d'air comprimé.

La construction des tramways à fil aérien. — L'*Electrical Review*, du 27 mai, publie des renseignements pratiques au sujet du matériel aérien destiné aux tramways électriques. Après avoir indiqué les dimensions usuelles de poteaux, résumé les essais à leur faire subir et les précautions à prendre pour leur pose, l'auteur passe en revue les divers types d'isolateurs, et en général les accessoires employés dans l'installation de la ligne aérienne.

TRAVAUX PUBLICS

Le viaduc d'approche du pont Mingo, sur l'Ohio (États-Unis). — Ce viaduc d'approche a une longueur de 762 mètres; il est actuellement supporté par des chevalements en bois d'une hauteur moyenne de 22^m 50. Ceux-ci n'ont cependant que provisoires et doivent servir d'appui seulement pendant que se monteront des piles de maçonnerie tout en béton et à parements sans pierre, destinées à les remplacer.

L'*Engineering Record*, du 25 juin et du 2 juillet, décrit le mode de construction assez particulier qui a été adopté. Les piles sont formées de blocs rectangulaires à arêtes verticales dont la section va en diminuant à mesure qu'ils se superposent; ces piles sont surmontées à la partie supérieure par des arches transversales en plein cintre. Le tout repose sur un radier en béton appuyé lui-même sur des pieux battus.

Chacune des sections rectangulaires, d'une hauteur moyenne de 2^m 40, a été construite d'un seul coup dans un moule en bois de charpente appuyé en partie sur un échafaudage indépendant. Le remplissage de chaque moule se faisait très rapidement, en moins de deux heures, de façon à assurer l'homogénéité de chaque section supposée ainsi comme devant se comporter dans la suite à la façon d'un bloc monolithique. Ce mode de remplissage, essayé d'abord avec hésitation, a donné de très bons résultats; il a l'avantage d'être très économique et de n'exiger au plus que le cinquième des bois de charpente qui eussent été nécessaires si l'on avait monté les moules en une seule fois dans toute la hauteur; les différentes parties des moules étaient d'ailleurs interchangeables.

La répartition du poids du tablier se fait par l'intermédiaire de blocs de granit.

On se propose de laisser les chevalements en bois actuellement existants et de les abandonner à la pourriture, après que les piles en béton auront été achevées et que le tablier reposera effectivement sur elles. On estime, en effet, qu'il y a intérêt à ne faire travailler le béton qu'aussi tard que possible après la prise.

Les constructions en béton armé avec armature en fer spiralé. — Après avoir résumé les principaux avantages qui résultent de l'emploi du béton armé, M. Maurice THIBAUT étudie, dans les *Annales des Travaux publics de Belgique*, de juin 1904, le système Habrich-Potthoff qui est basé sur l'emploi d'une armature métallique formée de fers feuillards de 36 à 40 millimètres de largeur sur 1^m 5 à 2 millimètres d'épaisseur, tordus en spirale et formant par leur disposition un véritable treillis.

Ce système présentant quelques points de ressemblance avec celui de M. Ransome qui emploie comme armature des tiges de fer carrées, tordues en spirales, l'auteur relate tout d'abord les essais auxquels ont été soumises, en Amérique, deux poutres de ce système; il décrit ensuite brièvement les diverses applications auxquelles se prête tout spécialement le système de béton avec armature en fer plat spiralé.

M. Thibaut donne également le détail des essais de résistance qui ont été pratiqués dans les locaux de la nouvelle école militaire, en construction à Bruxelles, sur des hourdis et voûtes exécutés en béton armé, d'après le système Habrich-Potthoff. Il termine sa note par quelques indications sur la valeur économique du béton armé de fer spiralé.

En résumé, l'emploi de ces fers donnerait à la construction en béton armé une résistance supérieure à celles constatées jusqu'ici et permettrait de calculer les pièces soumises aux déformations avec un taux de travail plus élevé tout en conservant la même sécurité dans la construction.

DIVERS

Expériences sur la pression exercée par les grains dans les silos profonds. — Ces expériences ont été faites à la demande de la Chambre de Commerce de Montréal à propos de la construction d'un magasin à blé qu'on se propose d'établir dans la ville. Ces expériences, dont les résultats sont donnés sous forme de tableaux et de graphiques par M. H. T. BOVEY, dans l'*Engineering News*, du 14 juillet, montrent que les calculs de résistance basés sur l'hypothèse que les grains peuvent être assimilés à un liquide de même densité cubique n'est justifiée en aucune façon. La pression va en diminuant du centre à la périphérie, ce qui concorde avec l'hypothèse que le grain est assimilable à une série de chapeaux superposés se supportant séparément grâce à leur forme et au frottement qu'ils exercent sur les parois latérales du silo.

Comme application des observations précédentes, l'auteur montre comment doit être conduit le calcul des parois en bois de charpente.

Les tempêtes de sable sur les lignes du chemin de fer russo-asiatique. — M. ROMANOW décrit, dans l'*Oesterreichische Wochenschrift*, du 9 juillet, les tempêtes de sable et les dunes mobiles que rencontrent les trains sur les différentes lignes du Transcaspien et du Turkestan russe. Les remèdes à ce fâcheux phénomène sont principalement le maintien de la voie dans un état aussi uni que possible, pour que le sable ne s'y arrête pas; puis la fixation des dunes par des plantations de tamaris et d'autres arbustes analogues. Deux grandes pépinières ont été établies en 1895 à Farab et à Repetek, et ont permis de faire de grandes plantations sur le bord des lignes.

Ouvrages récemment parus.

Cours d'exploitation des mines (Tome II), par Alfred HABETS, professeur à la Faculté technique de l'Université de Liège. — Un volume in-8° de 643 pages, avec 825 figures. — Le Soudier, éditeur, Paris et Liège, 1904. — Prix : relié, 22 fr. 50.

Ce second volume du *Cours d'exploitation des Mines*, de M. Habets, complète l'important traité dont le *Génie Civil* a déjà rendu compte en ce qui concerne la première partie (1).

Les *travaux de recherche et d'exploitation* proprement dite font l'objet de la section III; l'auteur y décrit les divers procédés de sondage, sans omettre les appareils les plus récents, puis il expose les méthodes d'exploitation, en prenant des exemples parmi les gisements dans lesquels les méthodes décrites par lui ont été l'objet d'applications étendues.

Les questions relatives à l'*administration* sont traitées dans la section IV, et sont exposées avec l'autorité que donne à l'auteur la connaissance des importantes exploitations auxquelles il a apporté le concours de son expérience minière.

L'*aérage, l'éclairage et le sauvetage* font l'objet de la section V; on y trouve la description, non seulement des appareils les plus perfectionnés, mais, en outre, l'exposé complet des théories relatives à l'aérage.

La section VI est consacrée à l'*épuiement*, à l'origine des eaux, à l'assèchement par galeries et à l'exhaure. Elle contient une description des pompes commandées électriquement ou à transmission hydraulique, accompagnée de tous les calculs de nature à permettre de dresser des projets complets de machines d'épuisement.

La *translation des ouvriers* dans les puits est étudiée dans la section VII.

La section VIII a trait à la *manutention des produits*, au chargement sur bateaux ou wagons, et à la préparation mécanique, y compris l'agglomération.

On le voit, cette deuxième partie de l'œuvre de M. Habets complète très heureusement l'exposé qu'il avait fait dans les deux premières sections de son cours (*excavations souterraines et travaux d'art, transport et extraction*); les exploitants de mines et les constructeurs y trouveront des renseignements utiles pour l'établissement de leurs projets. Le cours entier constitue un exposé méthodique et critique de toutes les questions pouvant intéresser l'industrie des mines, et on ne peut que remercier l'auteur d'avoir réuni en deux volumes le fruit d'une carrière entièrement consacrée aux progrès de l'industrie minière.

H. C.

Instructions pour le montage des installations électriques, jusqu'à 600 volts, rédigées par les Associations françaises de Propriétaires d'Appareils à vapeur ayant un service électrique, par l'Association des Industriels du Nord de la France et par l'Association normande pour prévenir les Accidents. — Une brochure petit in-8° de 38 pages, 1904.

Cette brochure contient, sous une forme succincte mais avec précision et clarté, les prescriptions à suivre pour le choix des matériaux et le montage des appareils dans les installations électriques à voltage moyen.

Des chapitres distincts sont consacrés à la sécurité des personnes et aux affiches relatives; puis au montage des dynamos et transformateurs, accumulateurs, tableaux; lignes (isolement, matériel, protection); coupe-circuits et interrupteurs; parafoudres; lampes; moteurs; isolement d'une installation complète.

Observations météorologiques faites en Bosnie et Herzégovine pendant l'année 1900, publiées par le gouvernement de Bosnie-Herzégovine. — Une brochure in-8° de 258 pages, avec une planche. — Vienne, Imprimerie Impériale, 1903.

Cette publication officielle comprend, réunis sous forme de tableaux statistiques, les relevés des observations météorologiques faites en 1900, sur tout le territoire de Bosnie-Herzégovine, par les stations de Bjelasnica, Serajevo, etc.

Ces tableaux contiennent principalement les observations de pressions barométriques, températures, vitesses du vent, pluies et tremblements de terre.

(1) Voir le *Génie Civil*, t. XLII, n° 15, p. 240.

LE GÉNIE CIVIL

REVUE GÉNÉRALE HEBDOMADAIRE DES INDUSTRIES FRANÇAISES ET ÉTRANGÈRES

Prix de l'abonnement par an. — Paris : 36 francs; — Départements : 38 francs; — Étranger et Colonies : 45 francs. — Le numéro : 1 franc.

Administration et Rédaction : 6, rue de la Chaussée-d'Antin, Paris.

SOMMAIRE. — **Chemins de fer** : Les nouvelles locomotives compound du Chemin de fer de Ceinture, à Paris (*planche XX*), p. 305; F. BARBIER. — **Métallurgie** : Richesses minérales et procédés métallurgiques du Chan-Si (Chine septentrionale), p. 309. — **Mécanique** : Installations mécaniques et frigorifiques de l'hôtel Astor, à New-York, p. 312. — **Hydraulique** : Pompe à régulateurs automatiques de débit, système Daubron, p. 313; G. CARLE. — **Jurisprudence** : L'intoxication saturnine, p. 314; Louis RACHOU. — **Variétés** : Tunnel pour piétons et voitures, à Hambourg,

p. 315; — Derniers perfectionnements dans la fabrication de l'acide sulfurique par le procédé des chambres, p. 316; — Appareil régulateur d'humidité, p. 317; — Piliers à base renforcée pour la reprise en sous-œuvre, p. 317.

SOCIÉTÉS SAVANTES ET INDUSTRIELLES : Académie des Sciences (29 août 1904); p. 318. — **BIBLIOGRAPHIE** : Revue des principales publications techniques, p. 318; — Ouvrages récemment parus, p. 320.

Planche XX : Les nouvelles locomotives compound du Chemin de fer de Ceinture, à Paris.

CHEMINS DE FER

LES NOUVELLES LOCOMOTIVES COMPOUND du Chemin de fer de Ceinture, à Paris.

(*Planche XX.*)

GÉNÉRALITÉS. — La ligne du Chemin de fer de Petite Ceinture, qui fait le tour de Paris, a une longueur totale de 31^{km} 5, mesurée sur la

La durée du trajet, de Courcelles à Courcelles, s'effectuait en 1 h. 21 m., dont 18 minutes consacrées aux arrêts, ce qui fait ressortir la vitesse commerciale (arrêts compris) à 23^{km} 33 à l'heure et la vitesse moyenne de marche (arrêts déduits) à 30 kilomètres.

Les trains, composés ordinairement de huit véhicules, étaient généralement remorqués par des machines-tenders à simple expansion et à cylindres intérieurs, du type Ceinture, ayant trois essieux accouplés avec adhérence totale (série 21 à 35).

Le Syndicat des Chemins de fer de Ceinture, se proposant d'établir, sur la ligne de Petite Ceinture de Paris, un service accéléré, traça à la

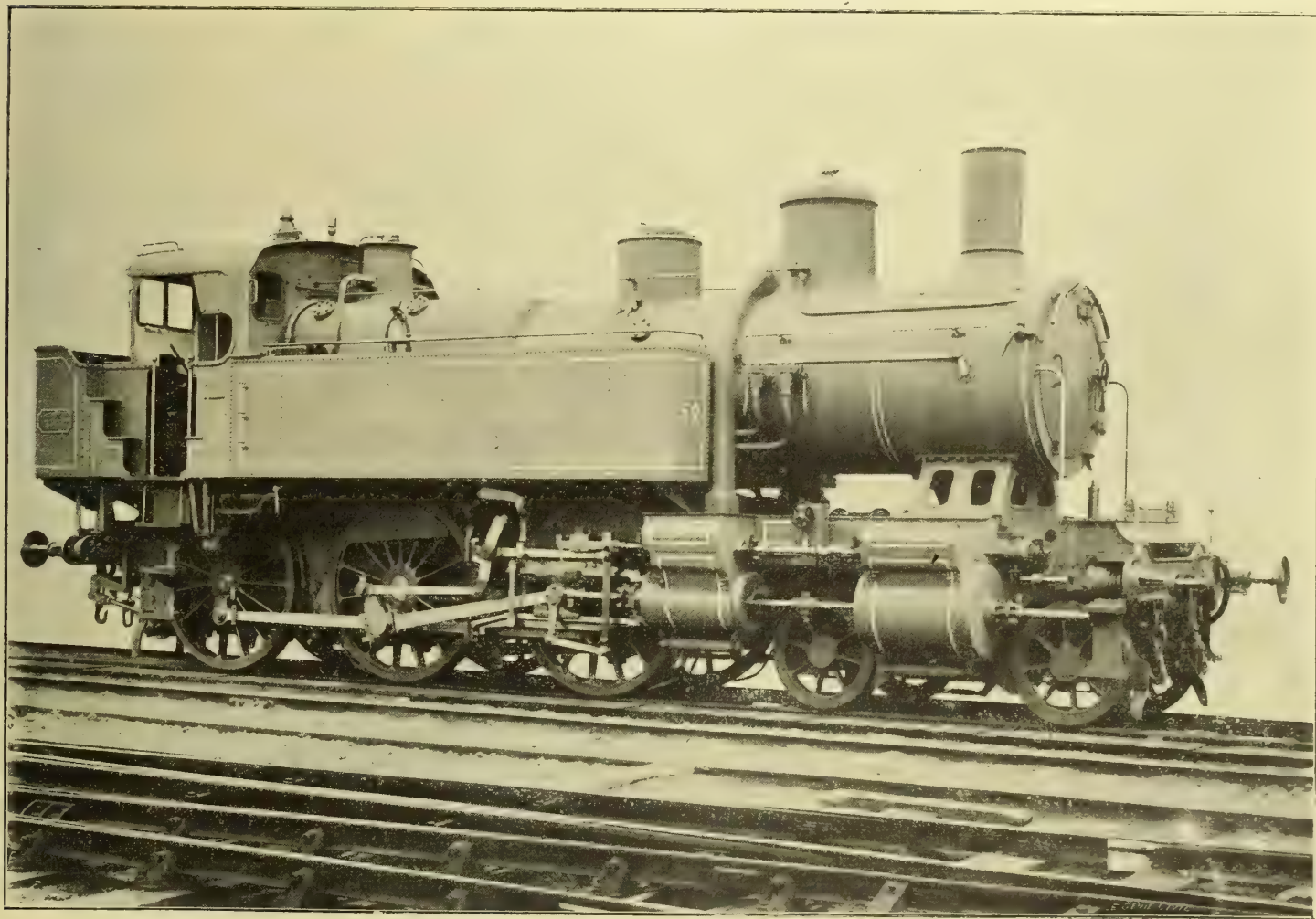


FIG. 1. — NOUVELLE LOCOMOTIVE COMPOUND DU CHEMIN DE FER DE CEINTURE, A PARIS.

voie extérieure. Les stations, au nombre de vingt-neuf, sont distantes, en moyenne, de 1085 mètres. Le profil de cette ligne est assez accidenté, puisqu'il présente des déclivités atteignant 15 millimètres par mètre et des courbes de 150 mètres de rayon; il existe aussi sur le parcours plusieurs tunnels en rampe et en courbe, sous lesquels l'adhérence est parfois mauvaise. Il convient aussi de signaler que le tronçon de raccordement de Paris-Nord avec la ligne susdite, qui est parcouru également par les trains de Ceinture, comporte une rampe de 21^{mm} 5 par mètre.

Compagnie du Nord, chargée de l'étude et de la construction de quinze nouvelles locomotives-tenders (série 51 à 65), le programme suivant :

Le poids des trains de huit véhicules pouvait s'élever à 138 tonnes, lorsque toutes les places, tant assises que debout, étaient occupées. La durée totale du trajet, pour faire le tour de Paris, serait de 1 h. 5 m., dont 15 minutes pour les arrêts. On porterait ainsi la vitesse commerciale à 29 kilom. et la vitesse moyenne de marche à 37^{km} 8, ce qui représente un accroissement de 26 %. La machine

devait pouvoir tourner sur des plaques de 9^m50 de diamètre et sa charge maximum, par essieu, était limitée à 16^t5.

Indépendamment de ces conditions, qui étaient imposées par l'Administration, il convenait d'établir un type de machine économique pouvant aussi développer un grand effort de traction, en raison des démarrages fréquents auxquels il est soumis. Enfin, les approvisionnements, portés par la locomotive elle-même, devaient être suffisants pour qu'elle pût faire le tour de Paris sans se ravitailler.

Pour ces diverses considérations, on fit choix d'une machine-tender compound à quatre cylindres, à six roues accouplées, avec bogie à l'avant, pouvant contenir, dans ses soutes à combustible, 3 000 kilogr. de charbon, et dans ses caisses à eau, 5 mètres cubes. Sa chaudière, de dimensions moyennes, aurait une grande grille et un timbre élevé. Un freinage énergique serait appliqué à toutes les roues, même à celles de l'avant-train. Les dimensions de toutes les parties de la machine ont été calculées de manière à réduire le poids, autant que

extérieurement aux longerons, dans le but de faciliter la surveillance, le graissage et l'entretien des organes en mouvement. Chaque groupe comprend un cylindre de haute pression et un cylindre de basse pression, accouplés en tandem, et dont les pistons, fixés sur la même tige, actionnent l'avant-dernier essieu. La présence d'un réservoir intermédiaire, constitué par les boîtes à vapeur B. P., réunies au moyen d'un conduit de communication et de capacité suffisante pour que la pression s'y maintienne sensiblement constante, permet de réaliser un fonctionnement du système *compound*, et non *Woolf*, à transvasement direct de la vapeur des petits dans les grands cylindres.

Le rapport des volumes des cylindres B. P. et H. P. est d'environ 2,7. Leurs dimensions peuvent paraître exagérées par rapport à celles de la chaudière, mais il ne faut pas perdre de vue qu'elles ont été calculées surtout en vue d'obtenir un grand effort de traction aux démarrages. Ceux-ci se font ordinairement en *compound*; cependant, on a prévu la possibilité d'introduire la vapeur de la chaudière dans les

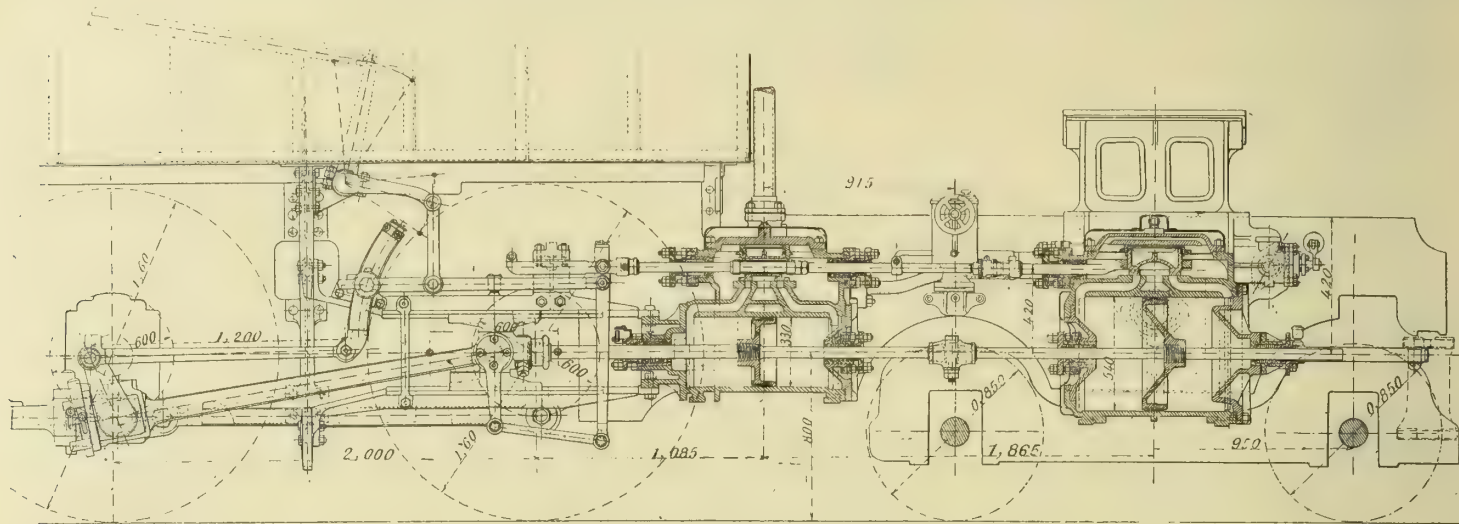


FIG. 2. — Ensemble du mécanisme et de la distribution.

possible, car il importait, non seulement de disposer d'un grand effort de traction et d'une adhérence suffisante dans tous les cas, mais aussi que la masse de la locomotive ne fût pas augmentée inutilement, car tout excès de poids aurait absorbé en pure perte le travail important que nécessitent les nombreux démarrages et arrêts, qui sont la caractéristique du service auquel ces machines sont astreintes.

DESCRIPTION. — La figure 1, du texte, et les figures 1 et 2, planche XX, montrent les dispositions d'ensemble de cette locomotive, dont le type a été conçu par M. du Bousquet, Ingénieur en chef du matériel et de la traction de la Compagnie du Nord.

Ses principales conditions d'établissement figurent dans le tableau ci-après :

Timbre	kilogr.	16
Surface de grille	mètres carrés.	2,35
Surface de chauffe (en contact avec les gaz)	—	139,80
Tubes { nombre (système Serve)	mètres.	90
{ diamètre extérieur	—	0,070
{ longueur entre plaques	—	3,500
Diamètre des cylindres H. P.	—	0,330
— B. P.	—	0,540
Course des pistons	—	0,600
Diamètre des roues motrices	—	1,600
— du bogie	—	0,850
Approvisionnements { eau	kilogr.	5 000
{ charbon	—	3 000
Poids à vide	—	51 560
— adhérent	—	47 185
— en charge	—	63 185
Effort théorique { en compound	—	10 205
de traction { en simple expansion	—	13 095

Chaudière. — La chaudière n'offre, dans son ensemble, aucune particularité. Le corps cylindrique, d'un diamètre extérieur moyen de 1^m316, est constitué par deux viroles reliées à une boîte à feu d'assez grande capacité. La contenance totale du générateur est de 5^m856, dont plus des trois cinquièmes sont occupés par l'eau. Pour favoriser la production de la vapeur, il a été muni de tubes Serve. Il repose, à l'avant, sur un appendice en acier moulé, formant entretoisement des longerons, et, à l'arrière, sur le châssis, par des glissières garnies de métal blanc, fixées sous le cadre de foyer, et qui assurent sa libre dilatation. Les joints sont à surfaces ajustées; ni le minium, ni aucune autre matière plastique n'ont été employés pour leur confection. L'alimentation se fait à l'aide de deux injecteurs Friedmann.

Mécanisme. — L'ensemble des mécanismes de propulsion et de distribution est représenté par la figure 2. Les cylindres ont été placés

grands cylindres, et d'évacuer directement dans l'atmosphère la vapeur d'échappement des petits cylindres. La manœuvre qui provoque la marche en simple expansion se fait automatiquement, lorsque le mécanicien ouvre en grand son régulateur. Pour cette position, la manette, à fond de course, pousse un petit tiroir permettant l'introduction de l'air comprimé dans un servo-moteur, lequel met en mou-

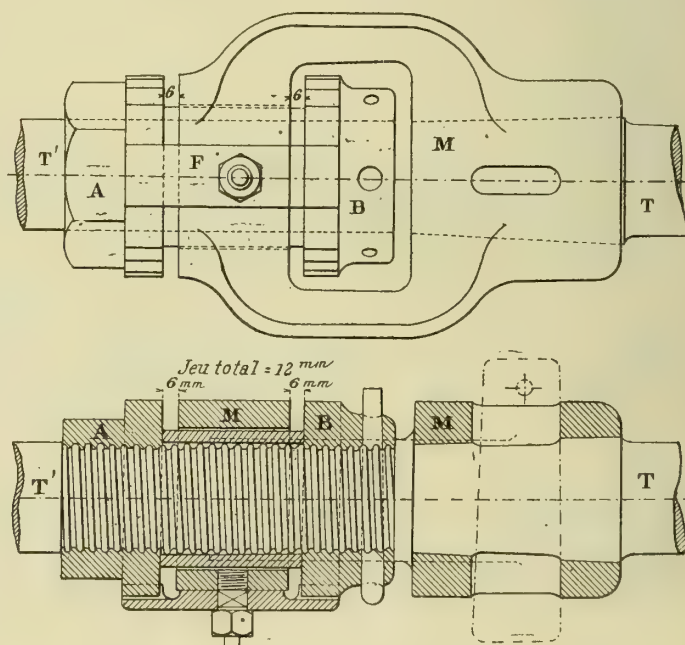


FIG. 3 et 4. — Manchon d'accouplement des tiges de tiroir.

T, tige du tiroir H. P.; — T', tige du tiroir B. P.; — M, manchon;
A, B, écrous de réglage; — F, frein des écrous.

vement les robinets spéciaux commandant l'arrivée de la vapeur vive et la sortie de la vapeur d'échappement. Ce dispositif est d'ailleurs appliqué couramment en France, sauf l'automatisme, pour toutes les locomotives compound à quatre cylindres. Dès que le mécanicien ramène son régulateur dans le sens rétrograde, la connexion avec la soupape du servo-moteur cesse, et la marche en compound est rétablie.

NOTES COMPLÉMENTAIRES DU CHEMIN DE FER D'ETAT À PARIS

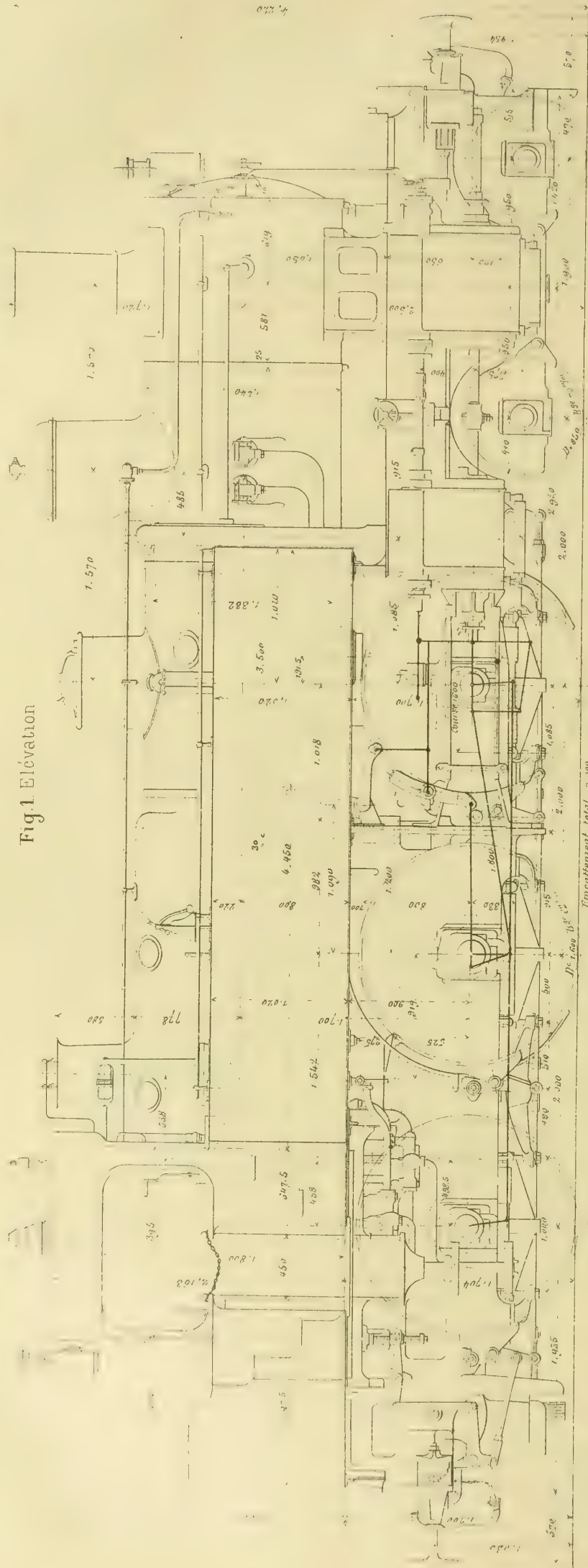


Fig. 1. Elevation

Impression totale : 360
longueur totale de la machine : 11m 445.

Fig. 2. Plan

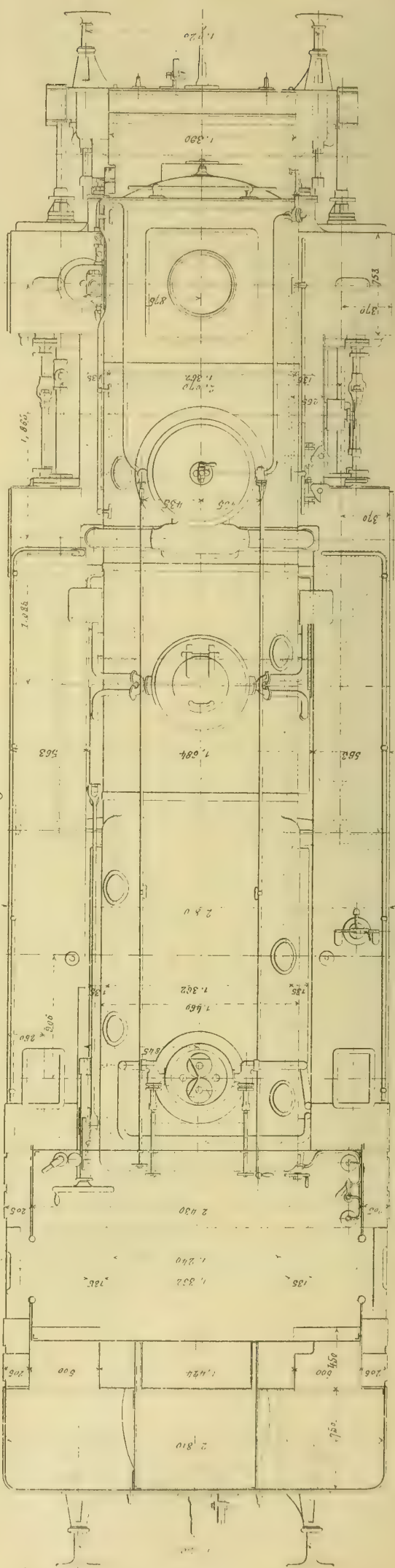
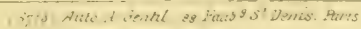


Fig. 3. Profil en long du Creut Paris-Nord à Paris-Nord.

Train 367 du 23 juillet 1903, à marche lente du service courant. — Charge remorque : 9 tonnes — Vitesse moyenne de marche : 27 km/h — Effort moyen au crochet de traction, pendant la marche à régime normal : 2 250 kg
Train 343 du 24 juillet 1903, à marche normale du service courant. — Charge remorque : 12 tonnes — Vitesse moyenne de marche : 31 km/h — Effort moyen au crochet de traction, pendant la marche à régime normal : 2 500 kg
Train 343 du 25 juillet 1903, à marche ultra accélérée. — Charge remorque : 12 tonnes — Vitesse moyenne de marche : 35 km/h — Effort moyen au crochet de traction, pendant la marche à régime normal : 3 300 kg



Distribution. — Les tiroirs plans sont munis de la couronne compensatrice du type Adam's (fig. 2). Il fallait, en effet, diminuer l'effort nécessaire pour leur manœuvre, car ils sont commandés par le même mécanisme, et la pression qu'ils reçoivent de la vapeur est assez élevée. Les recouvrements de ces tiroirs sont indiqués ci-après :

Tiroirs H. P.	Recouvrements extérieurs.	millim.	25
	Recouvrements intérieurs.	—	3
Tiroirs B. P.	Recouvrements extérieurs.	—	19
	Recouvrements intérieurs.	—	3

La différence des recouvrements extérieurs, dans les tiroirs de haute et de basse pression, permettait d'obtenir un certain écart entre les degrés d'admission dans les grands et dans les petits cylindres, mais elle était trop faible pour donner un résultat complètement satisfaisant. L'expérience a montré que cet écart, variable d'ailleurs avec les conditions de marche, devait être suffisant pour que la pression au réservoir intermédiaire, dans les locomotives compound à voyageurs, ne dépassât guère 3 kilogr., ce qui exige que le degré d'introduction B. P. excède d'environ 20 % celui H. P.

Quoique le mécanisme de commande des distributions de haute et de basse pression fût le même pour les deux tiroirs de chaque groupe, il fallait chercher néanmoins à réaliser une indépendance relative de ces tiroirs, de manière à obtenir un écart convenable entre les admissions. Le problème fut résolu de la façon suivante. Un jeu de 6 millimètres, de chaque côté de sa position moyenne, a été ménagé dans le manchon d'accouplement des deux tiges de tiroirs (fig. 3 et 4). Ce jeu, qui est précisément égal à la différence des recouvrements extérieurs, a pour effet de retarder, à chaque extrémité de la course, l'entraînement du tiroir B. P. et, par suite, de prolonger la durée d'admission dans le grand cylindre. Il en résulte, d'après l'épure de distribution, que, lorsque le degré d'introduction de vapeur dans les petits cylindres est de 40 ou de 60 %, celui dans les grands cylindres est, respectivement, de 60 ou 75 %. Les petits chocs qui se manifestent, à chaque changement de sens, dans ce mécanisme, sont de peu d'importance, tout au moins jusqu'aux vitesses réalisées de 70 kilom. à l'heure.

Châssis et roues. — Les longerons, formés de tôles d'acier extradoux de 25 millimètres d'épaisseur, sont solidement entretoisés, à l'aplomb des cylindres B. P., par un caissonnement en acier moulé qui supporte en même temps l'avant de la chaudière, et à l'aplomb

des petits cylindres, ainsi que devant la boîte à feu, par deux entretoises également en acier moulé. Les traverses d'avant et d'arrière sont confectionnées aussi avec le même métal.

La machine repose sur le bogie par une rotule demi-sphérique en acier moulé garni de métal blanc (fig. 5) qui s'appuie sur une traverse dansante suspendue par des menottes. L'avant-train a un déplacement latéral de 40 millimètres de chaque côté de sa position moyenne.

Les roues et les boîtes à huile sont en acier moulé. Les boîtes sont graissées « à l'américaine » avec des déchets de laine imprégnés d'huile, renfermés dans un réservoir placé sous les fusées.

Frein et accessoires. — Le frein Westinghouse exerce son action sur

les dix roues de la machine au moyen de sabots en fonte dont la forme épouse celle du profil des bandages. Pour une pression de 3^{kg} 500 dans les deux cylindres à frein, l'effort de freinage dépasse 70 % du poids total de la locomotive.

La machine est pourvue d'une sablière double à air comprimé, du système Leach, fonctionnant pour les deux sens de marche. Le sifflet peut être enclenché avec le levier du régulateur, de façon qu'en ouvrant celui-ci, le coup de sifflet du départ soit donné automatiquement, sans perte de temps.

Quoique l'abri soit de dimensions restreintes, la manœuvre des outils à feu peut se faire assez commodément : elle est facilitée par une ouverture, percée dans l'écran d'arrière, et qui est fermée normalement par un rideau de tôle ondulée.

RÉSULTATS D'ESSAIS. — Les essais, dont nous fûmes chargé, ont été effectués avec la locomotive n° 52. Ils avaient principalement pour but d'étudier la distribution et l'utilisation de la vapeur dans les cylindres de ce nouveau type de machine, d'évaluer sa puissance dans les conditions diverses du service courant, notamment au point

de vue de la rapidité des démarrages, point important dans le cas qui nous occupe, enfin de se rendre compte du surcroît de travail moteur qu'entraîne l'accélération d'un service tel que celui de la Petite Ceinture.

Des appareils, destinés au relevé des diagrammes, ont été montés sur les cylindres de la machine et le wagon-dynamomètre de la Compagnie du Nord fut attelé aux trains remorqués par la locomotive n° 52, sur la ligne de Ceinture, pendant la période des essais. Les efforts de traction, les vitesses, les espaces parcourus en fonction du temps, étaient enregistrés par les appareils du wagon-dynamomètre. Pour l'étude spéciale des démarrages, on repérait, toutes les deux secondes, le chemin effectué sur une bande de papier qui se déroulait en vue

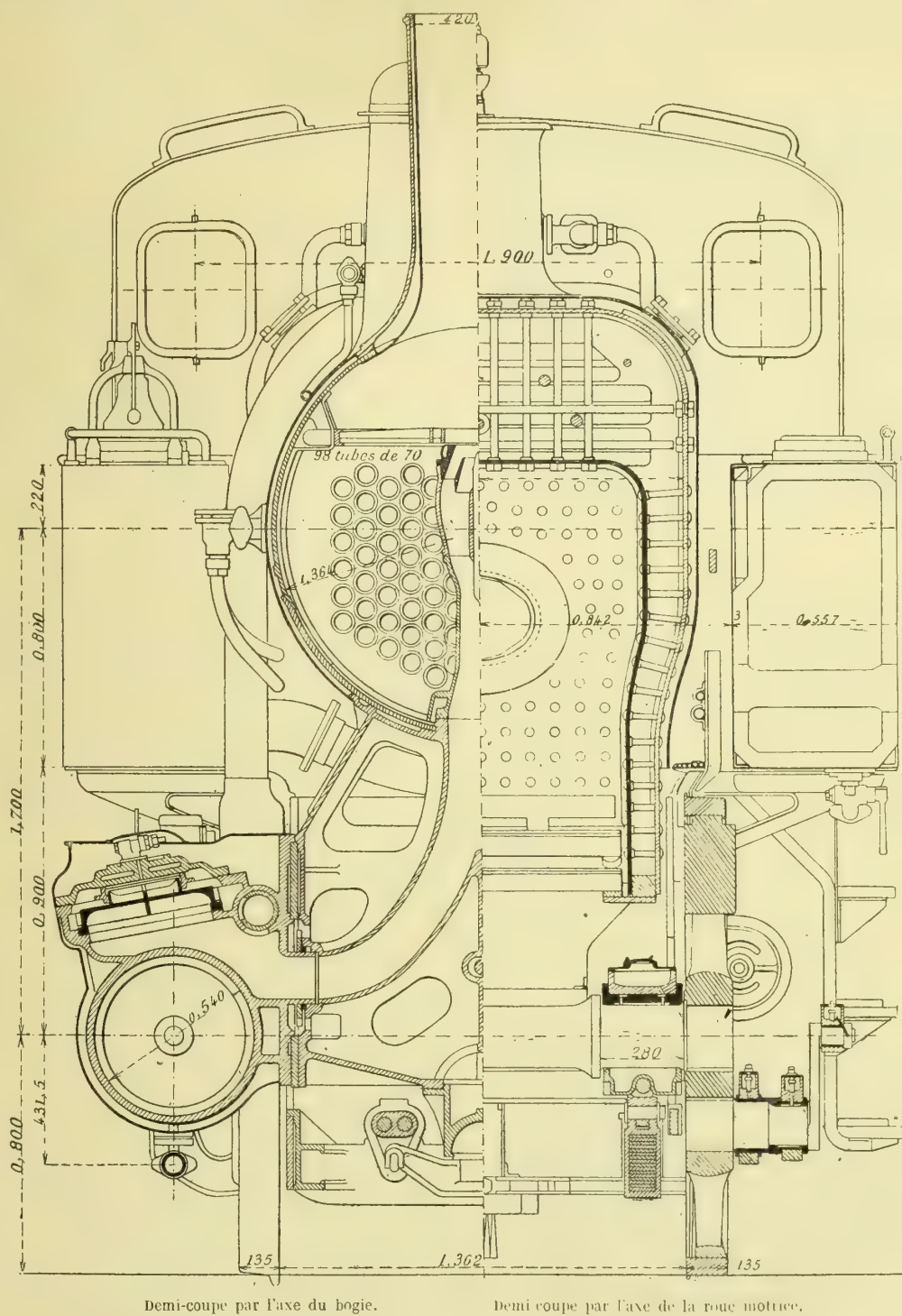


FIG. 5. — Coupes transversales de la locomotive.

de cette inscription avec une vitesse dix fois plus grande que la vitesse normale. On notait aussi toutes les circonstances de la marche, ainsi que les consommations d'eau et de combustible. Nous allons donner un résumé des principaux résultats de ces essais.

La figure 3 de la planche XX représente les courbes de vitesses de trois trains-types, de natures différentes: le premier, à marche lente du service courant (ancien horaire), le deuxième à marche accélérée,

dire, respectivement 531, 646 et 1 020 chevaux, à des vitesses de 44,5, 54 et 58 kilom. à l'heure.

L'examen de ces diagrammes montre que la compression, dans les petits cylindres, est un peu faible, ce qui résulte surtout de l'abaissement de la pression dans le réservoir intermédiaire, créé par l'augmentation du degré d'admission dans les grands cylindres, mais il serait facile de remédier, à l'avenir, à ce léger défaut, soit en augmen-

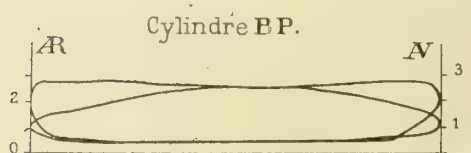
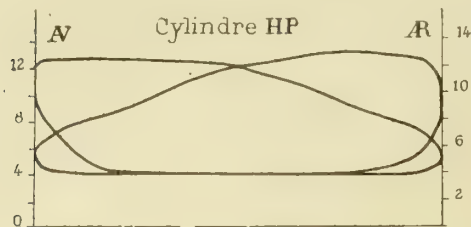


FIG. 6. — Marche ultra-accelérée.
(Train 343 du 23 juillet 1903; rampe de 2^{mm} 8.)

Cran de marche	35
Pression d'admission H. P.	12,9 kilogr.
Pression au réservoir intermédiaire	3,0
Contre-pression moyenne H. P.	0,5
Ouverture du régulateur	0,45
Serrage de l'échappement	0,0
Admission théorique { H. P.	0,362
{ B. P.	0,715
Vitesse	58 kilom.
Travail indiqué { H. P.	570,8 chevaux
{ B. P.	449,8
total	1 020,6

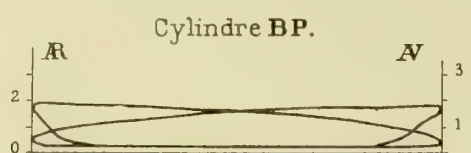
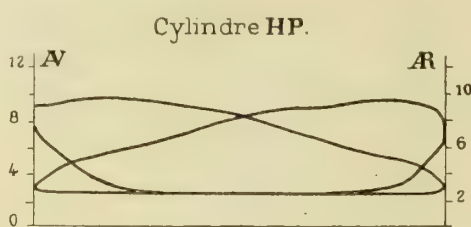


FIG. 7. — Marche accélérée du service courant.
(Train 343 du 24 juillet 1903; palier.)

Cran de marche	50
Pression d'admission H. P.	9,7 kilogr.
Pression au réservoir intermédiaire	2,25
Contre-pression moyenne B. P.	0,2
Ouverture du régulateur	0,35
Serrage de l'échappement	0,0
Admission théorique { H. P.	0,510
{ B. P.	0,680
Vitesse	54 kilom.
Travail indiqué { H. P.	375,3 chevaux
{ B. P.	271,0
total	646,3

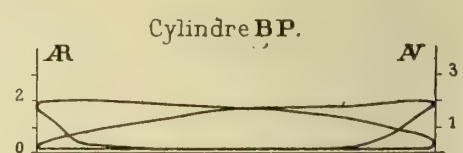
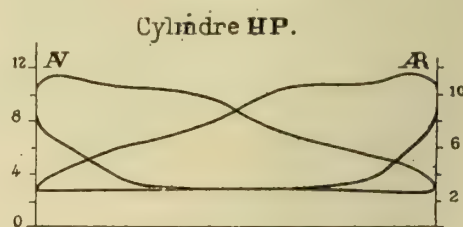


FIG. 8. — Marche lente du service courant.
(Train 367 du 23 juillet 1903; rampe de 9 millimètres.)

Cran de marche	40
Pression d'admission H. P.	11,5 kilogr.
Pression au réservoir intermédiaire	2,25
Contre-pression moyenne B. P.	0,15
Ouverture du régulateur	0,30
Serrage de l'échappement	0,0
Admission théorique { H. P.	0,409
{ B. P.	0,604
Vitesse	44,5 kilom.
Travail indiqué { H. P.	309,4 chevaux
{ B. P.	222,3
total	531,4

FIG. 6 à 8. — Diagrammes relevés sur la locomotive n° 52 de la Ceinture (travaux maxima).

se rapprochant du service actuel (nouvel horaire), le troisième à marche ultra-accelérée, permettant de faire développer toute la puissance de la machine. Ces trois courbes se séparent nettement l'une de l'autre. Les vitesses moyennes, arrêts déduits, pour le trajet complet du tour de Paris, ont été de 27,7, 31,1 et 35^{km} 7 à l'heure et les vitesses maxima, de 51, 56 et 72 kilom. Les efforts moyens, au crochet de traction, se sont élevés respectivement à 2226, 2569 et 3330 kilogr. et les travaux correspondants, calculés en faisant le produit de l'effort susdit et du chemin parcouru à régulateur ouvert pendant un tour de Paris, à 36, 46 et 64 millions de kilogrammètres en nombres

tant la valeur des recouvrements intérieurs des tiroirs H. P., soit en réduisant les espaces morts dans les petits cylindres. On remarquera aussi que, dans la répartition des travaux indiqués, les cylindres H. P. fournissent environ 58 % et les cylindres B. P., 42 % du travail total.

Nous donnons, figures 9 et 10, deux spécimens de diagrammes de démarrage, relevés avec marche compound et avec admission directe. Le démarrage en simple expansion est assez rarement employé, à cause de la chute rapide de pression qu'il occasionne dans la chaudière. Les

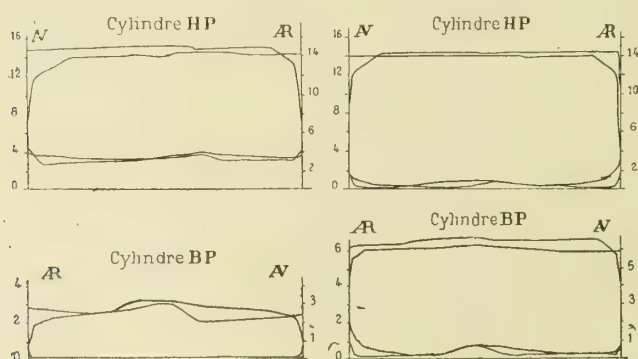


FIG. 9. — Démarrage en marche compound.
(Train 343 du 22 juillet 1903.)

Cran de marche	83
Pression d'admission H. P.	14,6 kg
Pression moyenne au réservoir intermédiaire	2,7 kg
Ouverture du régulateur	0,45
Serrage de l'échappement	0

FIG. 10. — Démarrage avec admission directe.
(Train 358 du 27 juillet 1903.)

Cran de marche	83
Pression d'admission H. P.	14,3 kg
Pression moyenne au réservoir intermédiaire	6,2 kg
Ouverture du régulateur	1,00
Serrage de l'échappement	0

ronds. Ainsi, lorsque la vitesse moyenne passe de 27,7 à 31^{km} 1 à l'heure, soit 12,2 % en plus, le travail à fournir s'accroît de 26,5 %, et si la vitesse passe de 27,7 à 35^{km} 7, soit 28,8 % en plus, le travail augmente de 75,4 %. Par ces chiffres, on se rend compte de l'énorme quantité de travail supplémentaire qu'exige un accroissement de vitesse de quelques kilomètres seulement à l'heure.

Les figures 6 à 8 représentent quelques diagrammes d'indicateur que nous avons relevés en cours de route sur la locomotive 52, à chacun des trains-types dont il a été question ci-dessus. Ces diagrammes ont été choisis parmi ceux qui ont fourni les travaux maxima, c'est-à-

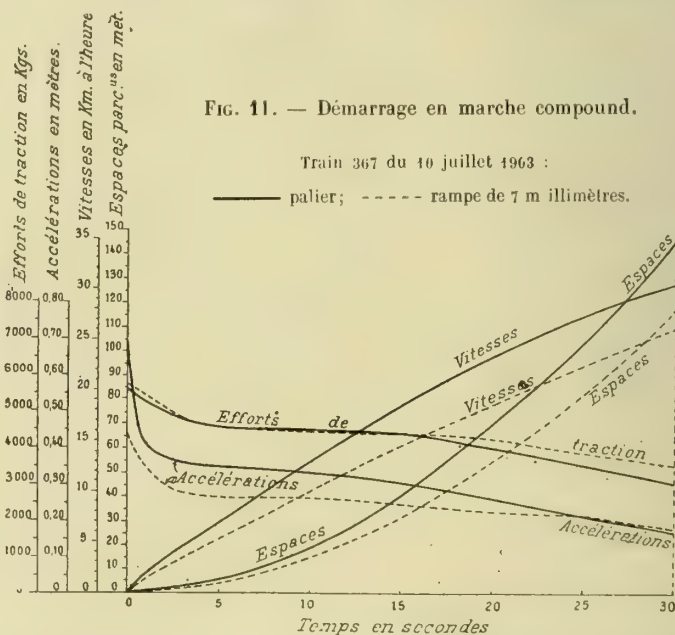


FIG. 11. — Démarrage en marche compound.

Train 367 du 10 juillet 1903 :

— palier; - - - rampe de 7 millimètres.

deux graphiques, figures 11 et 12, représentent, pour les deux modes de démarrage précités, en palier et en rampe de 7 millimètres, les courbes des espaces, des vitesses, des accélérations et des efforts de traction, pendant une période de temps de trente secondes.

L'accélération et l'effort de traction, dès le début de la mise en route du train, sont manifestement plus grands avec le démarrage en admission directe, mais on peut remarquer que la décroissance de ces éléments se fait sentir plus rapidement qu'avec le démarrage en compound, par suite de l'abaissement assez brusque de la pression, que nous avons signalé précédemment. Aussi convient-il, avec ces machines

dont les chaudières sont relativement petites, de ne pas prolonger le fonctionnement en simple expansion au delà des quelques secondes nécessaires pour permettre à la machine de faire quatre ou cinq tours de roues dans ces conditions; on revient ensuite immédiatement à la marche en compound.

Avec le nouveau service de Ceinture, mis en vigueur grâce aux locomotives 51, 65, la durée du trajet circulaire, de Courcelles à Courcelles, n'est plus que de 1 h. 10 m. arrêts compris, au lieu de 1 h. 21 m., temps alloué par l'ancien horaire, soit une différence de onze minutes.

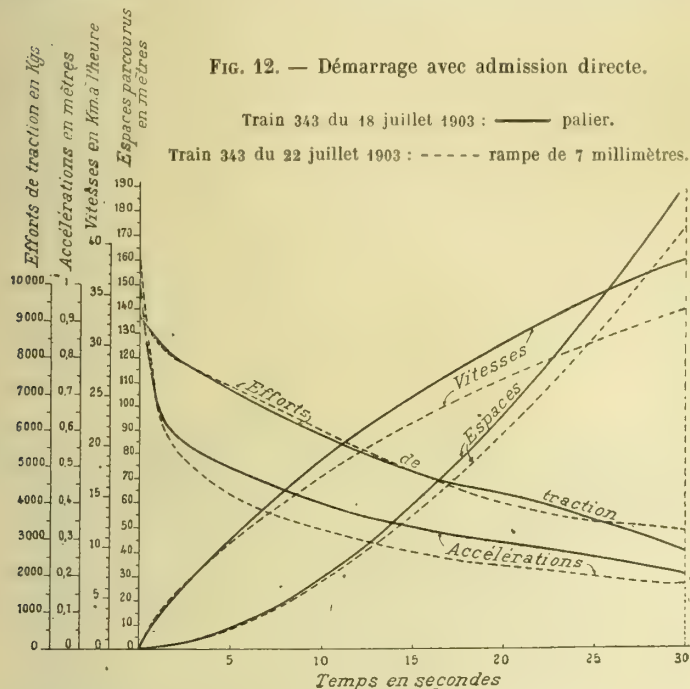


FIG. 12. — Démarrage avec admission directe.

Train 343 du 18 juillet 1903 : — palier.

Train 343 du 22 juillet 1903 : - - - - rampe de 7 millimètres.

Si l'on défalque une minute et demie gagnée sur la durée totale des stationnements, il reste une diminution effective de neuf minutes et demie sur le temps réel de marche, soit environ 15 %, ce qui est très appréciable, étant donné surtout que l'accroissement de vitesse qu'ont permis de réaliser les nouvelles machines n'entraîne pas de dépense supplémentaire sensible de combustible, puisque la consommation de charbon des locomotives 31, 65, dans le nouveau service, est à peu près la même que celle des locomotives 21, 35, dans l'ancien service. Ce résultat est dû principalement à la supériorité économique du fonctionnement compound sur celui des machines à simple expansion.

F. BARBIER,
Ingénieur au Chemin de fer du Nord.

MÉTALLURGIE

RICHESSSES MINÉRALES ET PROCÉDÉS MÉTALLURGIQUES du Chan-Si (Chine septentrionale).

La province chinoise du Chan-Si renferme d'immenses richesses minérales encore très mal connues. Un Ingénieur anglais, M. W. H. SHOCKLEY, qui, en 1898, en a fait l'exploration pour le compte du *Pekin Syndicate*, vient de publier un mémoire qui complète les renseignements assez vagues publiés antérieurement par Von Richtofen, tout au moins en ce qui concerne les mines de fer et de charbon et la métallurgie du fer. Nous allons indiquer les parties les plus intéressantes de cette étude.

La grande plaine du Chan-Si s'étend sur 885 kilom. de longueur et 280 kilom. de largeur; elle est très fertile et sa population très dense atteint sans doute 50 millions d'habitants.

Les richesses minérales consistent surtout en immenses gisements de charbons situés sur un plateau adossé aux montagnes du Chi-Li et du Ho-han qui limitent la plaine à l'ouest. La structure géologique est très uniforme et les couches sont sensiblement horizontales. Les terrains carbonifères, généralement schisteux ou gréseux, sont situés au-dessous de grès et schistes colorés; la puissance totale des veines de charbon, dont l'une représente une remarquable continuité, est de 3 à 12 mètres; en certains points, elle dépasse 20 mètres. Les couches de charbon s'intercalent quelquefois de lits calcaires.

Le less, qui recouvre les collines et presque toutes les vallées, forme des ravins profonds et très larges qui seront un obstacle sérieux à l'établissement des chemins de fer.

Le minerai de fer se rencontre en lits à l'état de nodules (hématite et limonite) dans les schistes et grès carbonifères.

La structure géologique est si uniforme que, quand les indigènes rencontrent à la fois dans le lit d'une rivière des cailloux gréseux et du calcaire, ils en concluent immédiatement à l'existence du charbon dans le voisinage. La facile découverte des gisements, l'uniformité de leur allure et leur proximité de la surface expliquent le développement considérable qu'a pris l'exploitation houillère.

MINES DE CHARBONS. — Dans le sud-est, c'est de l'antracite que l'on trouve. Ce seul bassin du sud-est couvre 3 500 000 hectares et représenterait 630 milliards de tonnes, soit sept cent fois la consommation mondiale de la houille en 1902. Cet antracite est dur, compact, de très bonne qualité. Partout ailleurs le charbon est généralement gras et très pur.

Bien que ces gisements soient horizontaux, presque partout les



FIG. 1. — Four à fonte, à Yin-Tcheng.

Chinois préfèrent l'exploitation par puits plutôt que par galeries à flanc de coteau parce que le charbon est atteint beaucoup plus vite; les galeries ont peu ou pas de boisages.

Les méthodes d'exploitation sont très rudimentaires; le prix d'extraction, les salaires et les prix de vente sont extrêmement bas.

Voici, à titre de curiosité, le bilan d'une des mines les plus importantes de Yin-Tcheng, pendant la période d'été, la moins active il est vrai :

Vente de cent paniers de charbon par jour . . .	Fr.	9,00
Salaires de cinq mineurs	3,00	} 3,75
Autres frais d'extraction	0,75	
GAIN par jour	Fr.	5,25

Ce charbon est vendu 1 fr. 85 la tonne à la mine.

La mise en exploitation d'une telle mine revient à 4 000 francs environ. La mine nommée Chouan-Tai-Chan, près de Ta-Yang, est

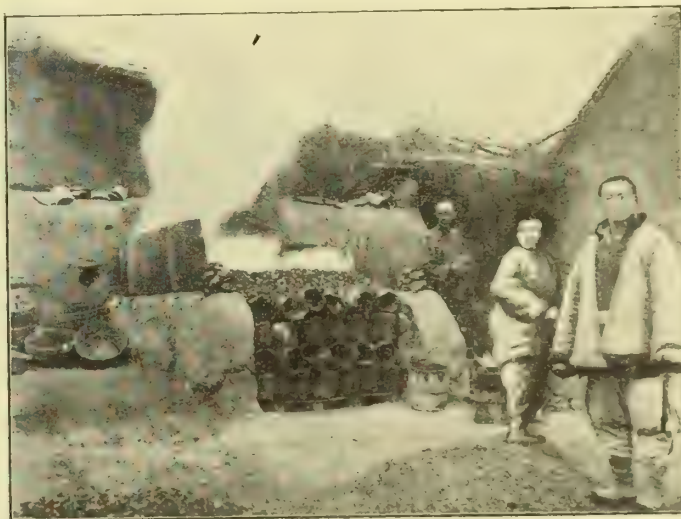


FIG. 2. — Four à fonte, à Kao-Ping.

exceptionnellement bien installée. Le sol est loué 750 francs par an; il y a deux puits, l'un pour la ventilation, par feux allumés au fond du puits, et pour l'exhaure (au moyen d'augets en cuir); l'autre puits sert à l'extraction. Celle-ci se fait au moyen d'un treuil manœuvré par huit hommes, élevant 60 tonnes par jour. Les galeries ont environ

1^m50 de largeur; le meilleur charbon est vendu en morceaux d'environ 50 kilogr., à 2 fr. 50 la tonne.

Auprès de Tsé-Chou, une mine est exploitée par une association de mineurs sans direction aucune et avec une parfaite entente; le gain est très élevé : 25 francs par mois! La veine renferme 1^m20 de charbon gras et, au-dessus, 5^m50 de deux qualités différentes de charbon anthraciteux très renommé; le prix varie, suivant la grosseur, de 1 fr. 50 à 4 francs la tonne.

La méthode d'exploitation de cette mine est curieuse. Une série de chambres dont les dimensions varient de 4^m50 × 6 mètres à 10^m50 × 18^m50, suivant la résistance du charbon, et séparées par des piliers de 3 à 6 mètres, sont ouvertes en creusant tout autour du bloc à enlever une tranchée jusqu'à 5 mètres du mur de la veine. Puis on enlève le charbon gras, qui est à la partie inférieure, à l'aide de tranchées de 1^m20 de largeur et de 1 mètre de hauteur.

Il arrive un moment où le bloc ainsi dégagé sur tout son pourtour, et presque complètement à la base, tend à se détacher et commence à faire entendre des craquements, à parler, comme disent les mineurs; on cesse alors de creuser les tranchées inférieures, puis on laisse le bloc tomber de lui-même; on le débite et on enlève les parties qui restent adhérentes au toit et qui forment la deuxième qualité de charbon dur. Cette manière d'opérer sans aucun boisage est extrêmement dangereuse, cependant les accidents sont très rares et cela, grâce à la présence de bandes de rats que les mineurs entretiennent soigneusement dans la mine. L'instinct merveilleux de ces animaux ou la finesse de leur ouïe les avertissent sans doute, bien avant

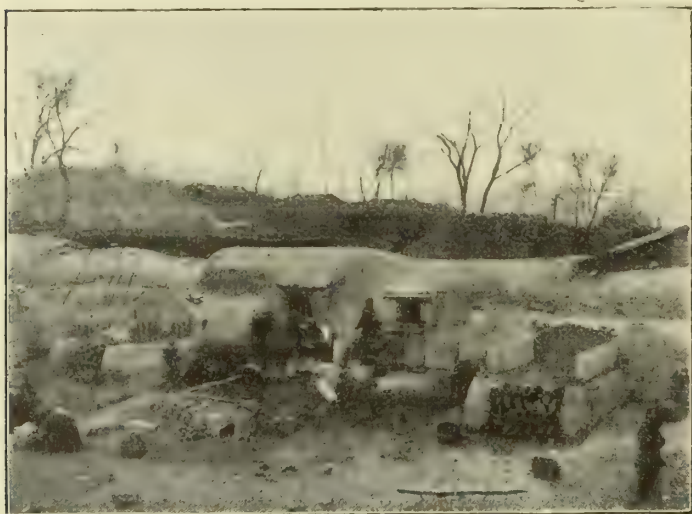


FIG. 3. — Fours à fonte, à Ta-Yang.

l'homme, du moment où le bloc se détache et leur font immédiatement abandonner l'endroit dangereux. Les rats peuvent donc, à juste raison, passer pour prévenir, sinon empêcher, les accidents.

MINES DE FER. — L'exploitation des mines de fer a beaucoup diminué d'importance dans le Chan-Si (des deux tiers depuis trente ans), depuis la mise en exploitation des nouvelles mines de Han-Kéou et l'importation des fers étrangers.

Les deux centres les plus importants sont ceux de Yin-Tcheng, de Kao-Ping-Tsien, au siège des mines de houille.

A Yin-Tcheng, les 5 000 habitants de la ville sont tous adonnés aux industries métallurgiques. « Nous mangeons du fer », disent-ils. On y produit environ 50 à 100 tonnes par jour. Les flancs des coteaux sont couverts, sur une grande étendue, de vastes décharges qui attestent l'ancienneté de cette industrie. Au dire des mineurs, sur dix puits creusés, dans huit on rencontre du minerai.

Les couches traversées dans ce district sont, en descendant : terre, 3 mètres; grès, charbon, 1^m50; grès et argile schisteuse molle dans laquelle on trouve le minerai. Il y a dix couches différentes de minerai qu'un même puits ne rencontre pas toujours. Les mineurs prétendent reconnaître, à la vue d'un échantillon, la couche dont il provient. Au delà de la dixième couche, on n'ose plus descendre, de crainte de « troubler les dragons qui pullulent à cette profondeur! » En fait, la présence des dragons se manifeste par un plus grand nombre d'accidents résultant de l'absence de précautions aux grandes profondeurs.

A Kao-Ping-Tsien, le minerai a à peu près même composition mais il est plus abondant et les veines sont plus épaisses; dans les mines exploitées, le meilleur du minerai a, d'ailleurs, déjà été enlevé; d'autres mines sont abandonnées à cause de l'envahissement par les eaux ou des émanations malsaines. Ici, le minerai se rencontre surtout en amas dont la puissance est 0^m25 en moyenne. Plus à l'ouest, le minerai se rencontre en couches continues de 0^m10 à 0^m12 dans le grès; il est vendu 1 fr. 75 la tonne.

Le minerai très renommé de la région située au nord de Kao-Ping est analogue.

Dans ces districts, la paye des mineurs descend parfois, en hiver, alors que les travaux des champs sont suspendus, jusqu'à 0 fr. 40 par jour.

A l'est de Ta-Yang, à Sung-Chia-Chan, on trouve des mines exploitées depuis trois cents ans. Le minerai, bien que renfermant de l'hématite pure, est vendu au même prix que le minerai ordinaire; il donne d'ailleurs le même rendement. En 1820-1850, les gisements avaient une puissance de 6 mètres et 30 mètres de largeur; maintenant, ceux qu'on exploite ne dépassent pas 1 mètre, et les dépôts les plus accessibles sont épuisés. Une mine coûte 1 500 francs pour être mise en œuvre; les payes sont, en moyenne de 0 fr. 30; on n'exploite guère les mines pendant la durée des travaux des champs.

Il y a aussi, dans le Chan-Si, de très importantes mines d'argent, qui étaient exploitées, il y a trois cents ans, mais qui sont fermées aujourd'hui par suite de désordres de toute nature, occasionnés par l'enrichissement excessif et rapide des mineurs. Depuis cette époque, on n'a jamais accordé l'autorisation de réexploiter ces mines.

INDUSTRIE DU FER. — Le Chan-Si fut pendant longtemps une province renommée dans tout l'Empire chinois pour ses produits sidérurgiques. Actuellement, malgré la concurrence étrangère, elle produit encore 50 000 tonnes de gueuses par an, et le prix de vente, à Ta-Yang, de 21 fr. 45 la tonne de fonte, est sans doute le plus bas du monde.



FIG. 4. — Démontage d'un four à fonte, à Yu-Tsien.

Le fer forgé est vendu environ 75 francs la tonne; la fonte est de bonne qualité, elle sert à fabriquer des ustensiles de cuisine, exportés en grande quantité en Mandchourie.

Les procédés métallurgiques sont fort rudimentaires, et remontent à la plus haute antiquité. Le fer extrait représente 25 à 30 % du minerai traité. La composition de celui-ci est indiquée par les deux analyses suivantes :

	1°	2°		1°	2°
Silice	4,67	14,150	Arsenic	0,000	traces
Peroxyde de fer . . .	76,97	65,000	Soufre	0,074	0,016
Alumine	3,46	6,424	Cuivre	0,000	0,000
Oxyde de manganèse .	0,57	0,512	Acide carbonique . .	9,370	2,700
Chaux	2,21	5,500	Eau combinée . . .	0,590	7,350
Magnésie	traces	0,252	Humidité	1,610	"
Acide phosphorique .	0,57	1,076			

Le premier minerai contient 53,88 % de fer métallique, le deuxième, 45,50.

Partout la fonte est fabriquée dans des creusets. A Yin-Tcheng, par exemple, ces creusets ont 0^m50 de hauteur, 0^m165 de diamètre (fig. 1); on les remplit avec un mélange de minerai et de charbon en morceaux ayant la grosseur d'une noix, auquel on ajoute du charbon décomposé. Ce charbon provient de la surface et est vendu 1 fr. 50 la tonne. Cette addition est importante, au dire des ouvriers, et serait essentielle pour l'élimination par oxydation du soufre et autres impuretés? On fait le mélange dans la proportion de quatre volumes de minerai pour un volume de charbon.

Les creusets sont chauffés dans un foyer, entre des murs ayant 0^m90 de hauteur; le mur arrière forme une hutte protégeant les hommes qui manœuvrent la boîte à vent. Le foyer a 1^m25 × 2 mètres :

il est formé d'une aire d'argile, sur laquelle on dispose une couche de gros charbon de 0^m 20, et sur laquelle on place soixante-six creusets; les intervalles entre les creusets sont remplis de charbon menu, et une couche de quelques centimètres du même menu recouvre le tout. Enfin, on ajoute sur le dessus une couche d'escarbilles et de cendres. La devanture est constituée par des empilements de vieux creusets (fig. 1).

La chauffe dure seize heures; après quoi, on laisse un peu refroidir le foyer; on enlève les creusets avec de longues pinces, et, après refroidissement, on les casse hors du foyer. Si la marche a été bonne, on trouve au fond un culot de fonte.

On fabrique le fer en chauffant la fonte dans de petits fours chauffés au bois, et en la martelant à chaud avec de petits marteaux légers. Chaque usine possède un certain nombre de semblables foyers.

Les immenses tas de scories et de cendres que l'on rencontre auprès de Yin-Tcheng prouvent que cette industrie y fleurit depuis plusieurs générations. A cet endroit, la production est d'au moins 6 000 tonnes par an.

A Kao-Ping, il existe huit à dix fours à fonte semblables à ceux de Yin-Tcheng (fig. 2); on y emploie le même procédé de fabrication.

Les fours à fer sont très simples: un trou cubique, de 0^m 60 de côté, est creusé dans le sol: on fait au fond un feu de bois soufflé par deux hommes, puis on le remplit en partie de bois, on ajoute les culots de fonte, encore du bois jusqu'en haut, et on ferme l'ouverture ménagée de 0^m 18 × 0^m 18 avec des culots de fonte.

Le métal étant au rouge blanc, on le prend avec de longues pinces, on le martelle légèrement et rapidement sur une enclume, à deux

le minerai, qui rend en moyenne 33 % de fer, 2 fr. 50 la tonne. La moyenne des payes est de 0 fr. 60, et la fonte est vendue 24 fr. 25 la tonne, le fer, environ 75 francs.

A Tsé-Chou, près Ta-Yang, il y a quelques fonderies, où se fabriquent spécialement des marmites exportées en Mandchourie et dans le nord de la Chine; leur prix est de 52 francs la tonne. Les moules sont en sable fin, et établis sur des aires de gros sable.

Yang-Tcheng est un autre centre métallurgique, mais de moindre importance que Ta-Yang. Les procédés généraux sont les mêmes, quelques détails diffèrent. Ici, les culots de fonte se forment difficilement, et il faut souvent séparer le métal des scories par martelage. Les fours sont un peu plus grands, 3^m 25 × 1^m 30; les murs ont 1^m 10 de hauteur; les creusets ont 0^m 60 de hauteur et 0^m 22 de diamètre. Il faut deux jours pour fondre une charge. Il y a aussi des forges et on doit y fabriquer plus de 2 000 tonnes de fer par an.

A Yu-Tsien (fig. 4 et 5), les fours ont 4^m 50 × 1^m 80, les murs, 1^m 60. Les creusets qu'on y emploie sont bien plus réfractaires que partout ailleurs. Ils ont 1 mètre de hauteur et 0^m 14 de diamètre (fig. 5); ils sont faits de 17 d'argile pour 3 de scories pilées. Chaque four renferme plus de 200 creusets, contenant environ 1 800 kilogr. de minerai et 478 kilogr. de charbon gras. La combustion nécessite environ 1 800 kilogr. de charbon. Chaque creuset donne environ 6 kilogr. de fonte, qui reste mélangée aux scories du creuset, et qu'il faut par suite marteler. Le charbon coûte 4 francs la tonne, le minerai 5 fr. 10, l'argile 2 fr. 50. Le salaire moyen est de 0 fr. 60. Le fer, qui est fait dans de plus petits fours (fig. 6) que ceux de Ta-Yang, coûte 87 à 130 francs la tonne; la fonte, 30 à 35 francs.



FIG. 5. — Creusets à préparer la fonte, à Yu-Tsien.

forgerons, avec des marteaux de 1^{kg} 500, ce qui expulse un peu de scorie. Les pièces sont soudées en billettes d'environ 0^m 25 de longueur et de 0^m 08 de diamètre. Les chefs de fabrication sont payés 1 fr. 80, les ouvriers, 0 fr. 30, les forgerons, 0 fr. 60.

Le four de Tung-Nan produit environ 130 tonnes de fer forgé par an. La famille du maître de forges actuel s'occupe de cette industrie depuis le premier siècle de notre ère. Il est le seul qui ait bien voulu donner quelques renseignements et ait marqué quelque confiance à l'explorateur. En général les artisans, à quelque métier qu'ils appartiennent, répondent aux questions des Européens par des énormités, qu'ils sont d'ailleurs les derniers à croire, et dont l'in vraisemblance a simplement pour but de lasser la patience des indiscrets. Quand on a pu gagner leur confiance, on s'aperçoit que ce sont des observateurs très fins, et que, si le plus souvent ils ne peuvent pénétrer la raison des choses (pas plus que l'ouvrier européen, d'ailleurs), ils saisissent très vite les relations de cause à effet, et savent en tirer parti.

Auprès de Ta-Yang (fig. 3) il y a des fonderies bien plus importantes encore que les précédentes, à en juger par les immenses tas de scories qui les entourent. A Chi-Tsing-Chan, par exemple, quinze fours produisent annuellement 1 400 tonnes de fer. Les fours sont pareils à ceux de Yin-Tcheng et de Kao-Ping. La couche sur laquelle on place les creusets est de l'anthracite. Chaque four marche une fois par jour: il est chargé à 10 heures du matin et soufflé pendant six heures; les creusets sont enlevés au premier chant du coq. Les culots de fonte, pesant environ 6 kilogr., sont portés au rouge, plongés dans l'eau et brisés avant d'être enfournés. Les petites pièces sont soudées à la forge en billettes d'environ 6 kilogr., puis transformées en fers plats de 25 × 37 millimètres au maximum, par quatre hommes, dont trois forgerons munis de marteaux pesant 7 kilogr., l'opération nécessite quatre réchauffages, puis le fer est marqué.

Le district de Ta-Yang doit vraisemblablement produire 13 300 tonnes par an. Le charbon y coûte 2 fr. 60 la tonne, le bois 6 fr. 35,



FIG. 6. — Four à fer, à Yu-Tsien.

A Tai-Yuan on emploie les mêmes procédés qu'à Yin-Tcheng mais le four est construit en tranchée dans le sol (8^m 25 × 1^m 80). Les creusets ont 1^m 10 de hauteur, 0^m 15 de diamètre; le foyer tient 200 creusets; le métal reste mélangé aux scories et il faut le marteler pour l'en séparer; le charbon employé est un charbon gras coûtant 1 fr. 65 la tonne.

En dehors des forges et des fonderies il y a dans le Chan-Si quelques industries employant du fer.

Près de Yang-Tcheng, un village fabrique des fers de pelles, un autre des ciseaux: un ouvrier fait dix paires de ciseaux par jour, vendues environ 0 fr. 15 la paire. Dans le district de Yu-Tsien on fabrique des fers de houes. Ta-Yang fournissait jadis des aiguilles à toute la Chine, mais n'en fabrique plus une seule aujourd'hui.

Aux jours de marché, à Yin-Tcheng, les fabricants des villes voisines se rendent en foule pour vendre les produits de leur fabrication. Ce sont en majeure partie des clous, mais il y a aussi des chaines, des crampons, des crochets, des gâches, des sonnettes, des cuillers à pot, des casseroles quelquefois cuivrées intérieurement, etc. Tous ces objets sont très grossièrement faits, leur prix généralement très bas est déterminé surtout par la façon.

PRODUCTION ET CONSOMMATION. — En ce qui concerne le charbon, la consommation locale est bien plus importante que ne l'indiquent les statistiques. Malgré les difficultés d'appréciation, il semble vraisemblable que le Chan-Si à lui seul consomme pour le chauffage seulement 5 millions de tonnes; le charbon employé à la fabrication du fer, dans cette province, doit s'élever à plusieurs centaines de mille tonnes.

La production du fer n'est plus guère maintenant que de 50 000 tonnes par an, dont environ 18 000 pour les 250 fours de Ping-Ting-Chan.

Il n'y a cependant rien d'in vraisemblable dans le chiffre de 160 000 tonnes donné par Von Richtofen, car, à l'époque de son voyage au Chan-Si (1870-72), la production devait être trois ou quatre fois plus grande qu'aujourd'hui.

M. R.

MÉCANIQUE

INSTALLATIONS MÉCANIQUES ET FRIGORIFIQUES
de l'hôtel Astor, à New-York.

L'hôtel Astor, qui vient d'être édifié dans la 7^e Avenue, à New-York, constitue avec ses 500 chambres à coucher, et ses salles à manger qui peuvent recevoir 3 300 personnes à la fois, l'un des hôtels les plus considérables du monde entier. Une telle agglomération, pour être convenablement desservie, exige les procédés les plus perfectionnés d'approvisionnement de combustibles, de circulation des voyageurs et des bagages, de chauffage, éclairage, ventilation, de magasinage par réfrigération, etc., etc., toutes opérations qui nécessitent le concours de l'Ingénieur. En fait, ainsi qu'on pourra s'en rendre compte par la description qui suit, les sous-sols de l'hôtel Astor forment une véritable usine qui emploie 1600 chevaux-vapeur. Nous en donnons ci-dessous les principales caractéristiques.

L'hôtel Astor a dix étages au-dessus du sol et deux au-dessous : le dixième est consacré au logement du personnel et à la blanchisserie. Le neuvième comprend une salle de bal, une salle de banquets et diverses pièces pour salles à manger qu'on peut réunir les unes aux autres. Il contient en outre une cuisine centrale reliée, par des monte-charges, à la cuisine principale située au sous-sol. Les sept étages suivants sont consacrés à l'habitation. Au centre de chacun d'eux est établi un grand garde-manger relié à la cuisine principale et avec le bar par quatre monte-charges électriques et deux tubes pneumatiques de manière à pouvoir servir des repas dans les chambres. Enfin au rez-de-chaussée sont situés les salles de restaurant, salons, fumoirs, billards, etc., etc.

Huit ascenseurs pour voyageurs, deux pour le personnel et un monte-charges pour les bagages desservent l'ensemble du bâtiment.

Le sous-sol est divisé en deux étages : l'un comportant les cuisines et les resserres accessoires, un grill-room, un salon de coiffure ; l'autre les caves proprement dites, tant pour le vin que pour les magasins à réfrigération et enfin la machinerie.

diverses installations. Au niveau du sol de la rue, on a ménagé un passage pour une voie pour les wagons à charbon qui se déversent ainsi directement dans le réservoir d'emménagement dont nous parlerons plus loin : la même voie sert à l'enlèvement des cendres qui lui

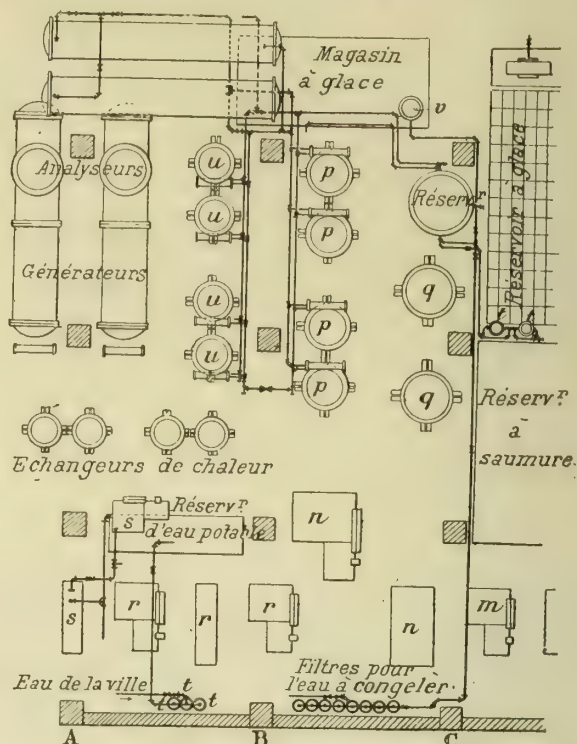


FIG. 2. — Plan des installations frigorifiques.

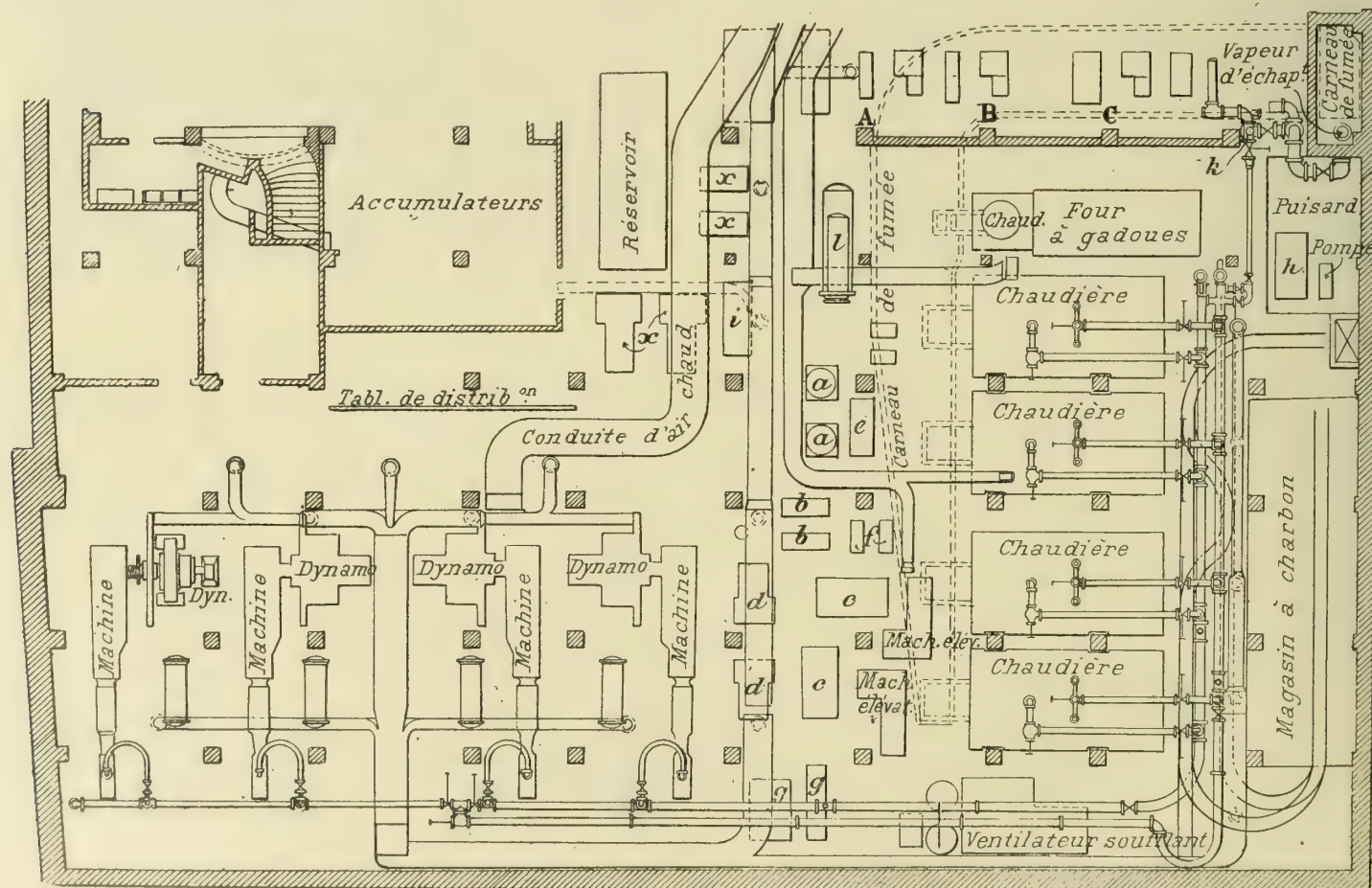


FIG. 1. — Plan d'ensemble des installations mécaniques de l'hôtel Astor.

a, réchauffeurs d'eau d'alimentation ; — b, pompes d'alimentation ; — c, filtres d'eau d'alimentation ; — d, pompes électriques d'alimentation ; — e, réservoir d'eau d'alimentation ; — f, i, pompes du réservoir d'eau d'alimentation ; — g, g, compresseurs d'air (correspondance pneumatique) ; — h, réservoir de refroidissement des eaux évacuées à l'égout ; — i, pompe à incendie ; — j, collecteur des vapeurs d'échappement ; — k, conduite d'alimentation du système de chauffage ; — l, réchauffeurs d'eau ; — m, pompe à saumure H. P. ; — n, pompes à saumure B. P. ; — p, absorbeurs ; — q, refroidisseurs ; — r, pompe à ammoniac ; — s, pompe à eau potable ; — t, t, t, filtres à eau potable ; — u, condenseurs ; — v, réchauffeur ; — x, pompes de distribution.

Chaudières. — La chambre des chaudières est à l'arrière du bâtiment (fig. 1) ainsi que celle des appareils réfrigérants (fig. 2), les lettres de rappel A, B et C des figures 1 et 2 indiquent la position relative des

parviennent par un monte-charges. Cette voie a également accès à un grand ascenseur pour les provisions et à celui des domestiques, ainsi qu'à un monte-charges. Ces appareils sont disposés vers le centre de

la voie : l'espace laissé libre sur les côtés est utilisé, d'une part par un puits d'aération, de l'autre par le carneau général d'évacuation des fumées et deux manches à vent en communication avec les cours.

Les chaudières sont au nombre de quatre, du type aquatubulaire Babcock et Wilcox, avec chacune 160 tubes de 5^m 40 de longueur et un serpentín de surchauffage. Elles peuvent travailler à 14 kilogr., mais la pression ne dépassera pas en moyenne 11 kilogr. avec surchauffe. L'emmagasinage du charbon se fait à l'aide d'un réservoir en acier de 3^m 90 $\times$ 12^m 60 et 5^m 70 de hauteur, capable de contenir 300 tonnes. La houille y est envoyée par des chutes ménagées au rez-de-chaussée : elle est déchargée à l'aide de trappes manœuvrables à la main, dans des wagonnets d'une demi-tonne de capacité, circulant sur une double voie placée entre le réservoir et les générateurs.

Près de ceux-ci est un four de destruction des ordures ménagères, du système Morse-Boulger. Il a 3^m 60 de longueur et 2^m 40 $\times$ 2^m 40 de base. Les gaz produits sont utilisés sous la grille d'une chaudière de 50 chevaux. Ce destructeur peut traiter par vingt-quatre heures 36 mètres cubes d'ordures représentant un poids de 6 tonnes avec 50 à 75 % d'humidité. Le poids de charbon brûlé ne doit pas dépasser $\frac{1}{6}$ de celui des matières.

Un carneau général supérieur, situé à l'arrière des générateurs, reçoit les fumées et les envoie à une cheminée unique d'évacuation. Il est représenté en pointillé sur la figure 1 et sépare les générateurs de la salle des machines. Au-dessous de lui et latéralement, sont établis les appareils accessoires qui desservent les générateurs, pompes, filtres et réchauffeurs des eaux d'alimentation, les bouilleurs d'eau chaude, etc. Contre le mur sont placés les compresseurs qui alimentent les appareils de correspondance pneumatique, et un ventilateur Sturtevant de 2^m 10 de diamètre, destiné à faire fonctionner les chaudières au tirage forcé, lorsque la production de vapeur doit être portée au maximum. Il est commandé par un moteur sans condensation dont la vapeur d'échappement est envoyée sous les grilles des générateurs. L'ensemble des générateurs correspond à une puissance de 2 450 chevaux.

Machines motrices. — Elles comprennent quatre Corliss compound-tandem sans condensation avec des volants de 4^m 20 de diamètre : elles commandent directement à 120 tours des génératrices de 250 kilowatts. Les cylindres ont respectivement 0^m 35 et 0^m 60 de diamètre et une course de 1^m 05. Les réchauffeurs sont placés au-dessous du sol. Chaque machine est pourvue d'un régulateur qui agit sur l'introduction dans les deux cylindres et d'un arrêt du système dit Monarch, qui actionne les coupe-circuits des dynamos en même temps qu'il ferme l'admission.

La tuyauterie de vapeur est double, à partir des chaudières jusqu'à la chambre des machines, l'une pour la vapeur surchauffée, l'autre pour la vapeur saturée. En arrivant à la chambre des machines les deux conduites générales se réduisent à une seule pour les machines de gauche (fig. 1). Avant d'être admise aux machines la vapeur passe par un séparateur Stratton puis elle se détend dans une conduite et un réservoir, ce dernier placé au-dessus du cylindre à basse pression. Le graissage est assuré par un réservoir central surélevé par rapport aux machines : les huiles perdues se réunissent dans un réservoir inférieur d'où elles sont relevées par une pompe spéciale qui les envoie à un filtre : une autre pompe les refoule au réservoir supérieur sus-indiqué.

Chaque Corliss donne 400 chevaux-vapeur. Les machines ont à alimenter 13 000 lampes de 16 bougies et à fournir la force nécessaire aux divers appareils élévateurs dont nous avons parlé, soit 336 chevaux, plus 265 chevaux pour les pompes et les ventilateurs.

Tous les ascenseurs et les monte-charges sont commandés électriquement. Une batterie d'accumulateurs régularise leur dépense de force motrice.

Appareils auxiliaires. — La vapeur d'échappement des machines motrices est utilisée pour le chauffage. Les machines doivent, par contrat, dépenser 8^{ks} 36 par cheval-heure indiqué, en sorte qu'avec trois unités en pleine marche sur quatre, la dernière demeurant en réserve, on dispose pour le chauffage de 10 000 kilogr. de vapeur à l'heure, ce qui est très largement suffisant pour les besoins (1), d'autant plus que le chiffre ne comprend pas les vapeurs d'échappement des pompes et des appareils de réfrigération. Les conduites d'échappement sont posées dans des tranchées pratiquées dans le sol : leur collecteur, qui a 0^m 50 de diamètre, passe auprès du puisard des pompes, en fournissant sur son parcours la chaleur nécessaire aux réchauffeurs d'eau et aux bouilleurs de la circulation d'eau chaude, et se dirige vers le carneau vertical de fumée. La figure 1 le montre en ce point, avec la cheminée spéciale d'évacuation et avec l'amorce du système de chauffage avant lequel est disposé un intercepteur de matières grasses. Les retours

d'eau de condensation ainsi que tous ceux qui sont exempts de matières grasses sont amenés par gravité dans un réservoir qui sert à l'alimentation des générateurs.

Un grand nombre de pompes à vapeur et deux pompes à commande électrique desservent, pour l'alimentation des chaudières, les filtres et les réchauffeurs, puis d'autres, les retours d'eau chaude, enfin le relevage des eaux à renvoyer à l'égout. Ces dernières sont réunies dans un réservoir spécial situé dans le puisard dont il a déjà été parlé et y sont refroidies par leur passage à travers un serpentín : sur ce dernier arrive un courant d'air froid envoyé par le ventilateur.

L'alimentation en eau de l'hôtel emploie un double système de pompes : les unes à vapeur et à piston, les autres à commande électrique, du type Worthington. Elles puisent dans le réservoir d'arrivée qu'alimente la distribution municipale et refoulent dans des réservoirs de combles.

Les transporteurs tubulaires à air comprimé comportent environ 1 600 mètres de tubes de 0^m 049 de diamètre. Les compresseurs d'air du type Knowler alimentent trois réservoirs de 1^m 20 de diamètre et 2^m 40 de longueur chacun. Ces réservoirs sont reliés en séries par des soupapes automatiques de réduction, qui permettent de les maintenir à des pressions différentes, car ils sont appelés, l'un à desservir les transporteurs qui n'exigent qu'une très faible pression, et les autres à fournir l'air nécessaire au nettoyage de la chambre des machines et des ascenseurs.

Machinerie de réfrigération. — L'ensemble des appareils est indiqué dans la figure 2 : la ligne des pompes auxiliaires est contiguë à la chambre des générateurs. Cette installation, qui est du type à ammoniaque, peut fournir par jour 10 tonnes de glace et refroidir le liquide qui circule dans 65 réfrigérants non compris un nombre considérable de glaciers à crèmes et à carafes ; elle comprend une double série de générateurs avec des pompes mues par la vapeur ou l'électricité. L'eau de retour, qui sert à la condensation de l'ammoniaque, arrive dans un réservoir placé près des pompes de distribution, de là elle est refoulée dans les chaudières et dans un réservoir à eau chaude placé dans les combles et aboutissant à la canalisation générale d'eau chaude, de manière à récupérer la chaleur.

G. R.

HYDRAULIQUE

POMPE A RÉGULATEURS AUTOMATIQUES DE DÉBIT système Daubron.

La possibilité de faire varier le débit des pompes est d'une utilité incontestable. Jusqu'à présent on avait généralement employé des modifications de course qui nécessitent l'intervention du mécanicien et ne permettent pas des variations automatiques. L'emploi des soupapes équilibrées, disposées sur le refoulement des pompes, constitue aussi un mode de variation du débit, mais la pompe, dans ce cas, fournit continuellement la même quantité de liquide sous la pression de marche, de sorte que, quelle que soit la quantité utilisée, le travail absorbé est toujours maximum.

Le dispositif imaginé par M. Daubron, Ingénieur des Arts et Manufactures, permet des variations automatiques du débit. Son application sera courante dans le cas d'une pompe qui doit refouler avec des pressions variables suivant qu'elle alimente telle ou telle partie d'un réseau. La pompe à régulateur permet dans ce cas, malgré des variations de refoulement très fréquentes, de diminuer le débit en raison inverse de la pression de refoulement ; le moteur peut ainsi toujours travailler sous puissance et sous vitesse constante.

Dans le cas de certains appareils, d'un filtre à vin, par exemple, dont le débit varie au fur et à mesure que l'encolmatage augmente, il faut que pendant toute la durée du filtrage la pression soit constante et, par conséquent, il faut que, quel que soit le débit du filtre, le débit de la pompe soit suffisant pour alimenter l'appareil sans dépression ni surpression.

La souplesse de ces régulateurs permet de les employer chaque fois qu'il y a lieu d'obtenir une corrélation quelconque entre le débit d'une pompe et la pression de marche.

S'il s'agit, par exemple, d'avoir une pression constante, c'est le débit de la pompe qui se règle automatiquement ; de même s'il s'agit d'utiliser une force motrice constante dans des conditions variables de pression.

Le système Daubron est basé sur un retard à l'aspiration produit automatiquement par une action mécanique sur les clapets de la pompe.

La coupe que représente la figure 1 permet de comprendre le fonctionnement de l'appareil dont la construction est fort simple.

Les régulateurs R₁ et R₂ (au nombre de deux seulement dans le cas de la figure 1) sont juxtaposés et montés sur la pompe, au-dessus des clapets de refoulement c. La tige de chacun de ceux-ci coulisse dans

(1) La surface totale de radiation directe est approximativement de 2 950 mètres carrés et exige par heure 3 600 kilogr. de vapeur : la surface de radiation indirecte est de 4 000 mètres carrés et demande 5 000 kilogr. de vapeur à l'heure. Les 10 000 kilogr. de vapeur disponibles sont donc supérieurs aux besoins ordinaires de 14 % quand toutes les surfaces de radiation sont en fonctionnement.

un support C qui termine la partie inférieure de la tige du régulateur correspondant.

Celui-ci comporte un pistonnet P dont la face inférieure est soumise à la pression du refoulement de la pompe, et la face supérieure à celle d'un ressort compensateur r .

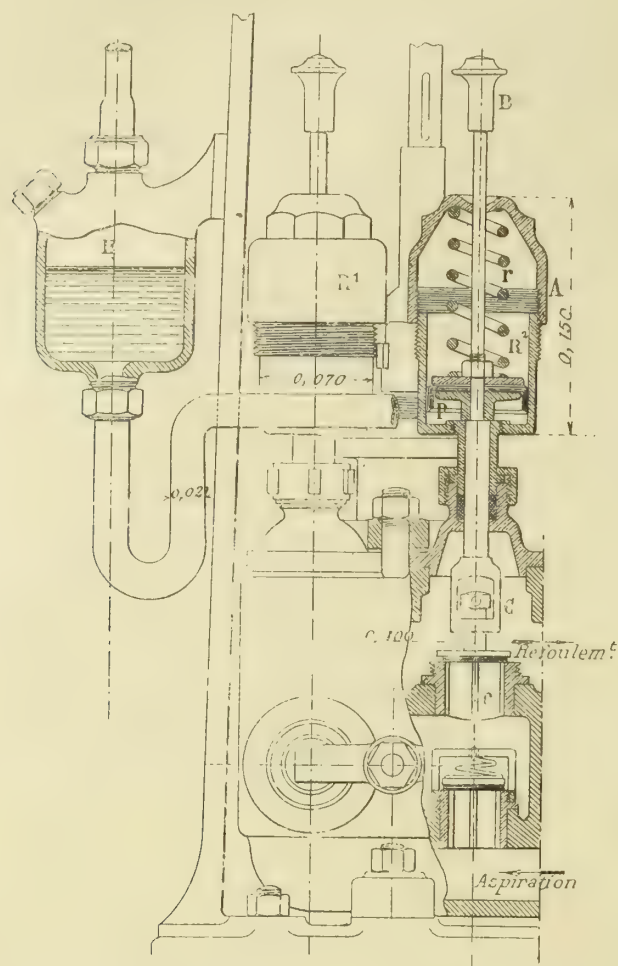


FIG. 1. — Installation de deux régulateurs sur une pompe, et coupe verticale d'un régulateur.

Le bouton B qui dépasse le chapeau A du régulateur permet de suivre les déplacements du pistonnet et de sa tige.

Un réservoir d'huile H assure le graissage des pistonnets.

Le ressort compensateur est calculé pour équilibrer une pression α (par centimètre carré) venant agir sous le pistonnet P. Tant que la pression α ne sera pas atteinte dans la conduite de refoulement, les mouvements du clapet se feront absolument comme s'il n'y avait pas de régulateur et la pompe fournira son débit total; si la pression au refoulement devient supérieure à α , le pistonnet se soulèvera et il se produira dans les mouvements du clapet un retard par rapport au moment où le piston de la pompe passe par son point mort, de sorte qu'il rentrera dans la cylindrée une certaine quantité de liquide venant de la tuyauterie de refoulement, quantité d'autant plus grande que la pression de marche sera supérieure à la pression α .

Dans ces conditions, le débit diminue automatiquement au fur et à mesure que la pression augmente et, à un moment donné, le débit de la pompe cessera complètement quand la pression inférieure qui agit sous le pistonnet sera telle que ce pistonnet restera au point haut, car, à ce moment, le clapet de la pompe sera pour ainsi dire supprimé et la pompe ne pourra plus aspirer puisqu'elle sera continuellement ali-

mentée en liquide venant de la tuyauterie de refoulement. La pompe fonctionnera donc à vide, avec une minime dépense d'énergie.

Avec un système de ce genre, la sensibilité est aussi grande qu'on le désire, puisqu'il suffit de calculer en conséquence la surface des pistonnets et la résistance à la compression du ressort compensateur.

Il est à remarquer qu'il est possible non seulement d'avoir une diminution de débit, mais aussi une augmentation de débit quand la résistance du refoulement augmente, en employant un régulateur disposé inversement de celui que représente la figure 1, c'est-à-dire le ressort r placé en dessous du pistonnet, et la pression du refoulement s'exerçant au-dessus de celui-ci.

On peut aussi, en réunissant sur la même pompe deux régulateurs, l'un disposé avec ressort supérieur, l'autre avec ressort inférieur, obtenir un véritable compoundage, qui a un grand intérêt pour des pompes destinées à des essais d'usines ou devant alimenter des appareils délicats.

La figure 2 représente un groupe électro-pompe construit par la maison Daubron, pour l'alimentation automatique de filtres-presses.

G. CARLE,
Ingénieur-Agronome.

JURISPRUDENCE

L'INTOXICATION SATURNINE

Tous les maux qui peuvent survenir à l'occasion du travail professionnel ne constituent pas nécessairement des « accidents » du travail.

L'accident proprement dit comporte une définition plus étroite : c'est l'« atteinte au corps humain provenant de l'action soudaine et violente d'une force extérieure ».

Cette définition éveille dans l'esprit l'idée d'un choc brusque, d'un coup.

Toutefois, il n'est pas indispensable que le coup atteigne la surface externe du corps. Et il a été jugé que l'absorption accidentelle d'une substance dangereuse, l'intoxication immédiate par les vapeurs émanant de substances putrescibles, l'asphyxie subite par des gaz délétères, etc., peuvent être retenues comme de véritables accidents du travail.

En ce cas, il y a lieu à l'application de la loi du 9 avril 1898 *concernant la responsabilité des accidents dont les ouvriers sont victimes dans leur travail*. La conséquence est importante, car on n'ignore pas que cette loi a créé en cette matière un état de droit tout à fait spécial; elle a, notamment, introduit dans notre législation le principe du risque professionnel, qui dispense la victime de l'obligation de prouver que l'accident a été occasionné par la faute du patron ou de ses préposés; elle a aussi fixé des bases forfaitaires aux indemnités à allouer selon la gravité des cas, au lieu d'en laisser la détermination au libre arbitre des juges.

Mais il ne s'ensuit pas que le chef d'entreprise est à l'abri de toute responsabilité lorsqu'un de ses ouvriers vient à être atteint, dans l'exercice de son métier, de tel ou tel mal qui ne répond pas aux conditions étroites des accidents visés par la loi de 1898.

On peut supposer, par exemple, qu'il s'agit de maladies ou infirmités professionnelles, telles que les coliques de plomb, la nécrose des ouvriers employés dans les manufactures d'allumettes, la phthisie des aiguisiers de meules, la maladie des polisseurs d'armes, la déformation des mains ou des doigts par le maniement de certains outils, etc.

Si les circonstances de fait permettent à l'ouvrier d'administrer la preuve que le mal aurait pu être évité, ou même atténué, par la vigilance du patron, celui-ci pourra être déclaré responsable dans les termes du droit commun, c'est-à-dire selon l'article 1382 du Code civil qui dispose que « tout fait quelconque de l'homme qui cause à autrui un dommage, oblige celui par la faute duquel il est arrivé à le réparer ».

Ce n'est donc qu'une question de preuve à faire (1).

Par jugement du 2 mars 1904, le Tribunal civil de la Seine (5^e ch.) a solutionné en ce sens un cas très intéressant.

Il s'agissait, dans l'espèce, d'un sieur H..., ouvrier chez MM. X... et Cie, fabricants de couleurs à Montreuil-sous-Bois (Seine), qui se plaignait d'avoir contracté dans cette industrie une maladie qui présentait tous les symptômes de l'empoisonnement saturnin : il paraît, en effet, que la fabrication des couleurs comporte la manipulation de matières chimiques, qui dégagent des poussières contenant des composés plombiques, dont l'aspiration est extrêmement nuisible à la santé. En conséquence, l'ouvrier soutenait que le patron n'avait pas pris à cet égard toutes les précautions nécessaires et possibles, et il lui réclamait des dommages-intérêts, en compensation de l'état d'incurable maladie dans lequel il était tombé.

Se fondant sur les conclusions d'un minutieux rapport, qui avait été

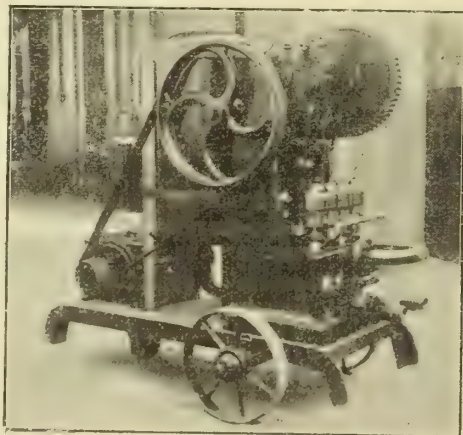


FIG. 2. — Groupe électro-pompe.

(1) Voir dans le *Génie Civil*, t. XXXV, p. 366, notre article « Accidents du travail et maladies professionnelles ».

dressé par trois experts spéciaux, le Tribunal a retenu le patron comme responsable et l'a condamné à payer à l'ouvrier une indemnité de 8 000 francs.

Voici les considérants de ce jugement :

Le Tribunal;

Attendu qu'en exécution d'un jugement avant faire droit de cette Chambre du 10 décembre 1902, Courtois-Suffit, Bruneau et Ogier, experts, médecin, ingénieur et chimiste, commis à l'effet de donner leur avis sur l'installation de l'usine exploitée par les défendeurs, sur l'état de H... et sur les causes qui ont déterminé les troubles qu'il allègue, ont procédé à leur mission et déposé leur rapport au greffe le 16 décembre 1903;

Attendu qu'il résulte de ce travail que les matières chimiques employées dans l'usine sont aptes à produire beaucoup de poussières, qu'elles contiennent des composés plombiques dans la proportion de 4 à 40 % et que les lois et règlements imposés aux établissements de ce genre y sont observés;

Attendu que les experts ont constaté cependant que la ventilation n'est pas très bien comprise et qu'à raison du poids des poussières, elle aurait été plus efficace si, au lieu de se faire par le toit, elle avait été installée par *descensum*; que de plus, les conduites d'aspiration présentent des coudes obstrués par les poussières qui s'y accumulent; qu'une alimentation automatique pour la bluterie était réalisable et de nature à soustraire l'ouvrier aux poussières qui s'en dégagent; qu'en outre, l'emploi très utile du masque, actuellement imposé aux ouvriers, ne l'était pas au moment où H... travaillait dans l'atelier et, qu'enfin, il résultait de renseignements fournis aux experts que, contrairement à un roulement établi dans l'usine, H... avait travaillé trois semaines consécutives dans l'atelier des « rouges », matières les plus dangereuses, puisqu'elles contiennent 40 % de composés plombiques;

Attendu qu'il appert encore du rapport que le demandeur présente les signes non douteux de l'intoxication saturnine, dans une de ses formes les plus sérieuses et les plus rebelles, et que sa valeur professionnelle peut être considérée comme définitivement réduite des trois quarts; qu'avant son entrée chez les défendeurs, il a exercé pendant deux ans, sans difficulté, le dur métier de paveur; qu'entré bien portant à l'usine le 30 juillet 1901, puisqu'il n'est atteint d'aucune lésion ou symptôme tuberculeux, il a été subitement pris de coliques de plomb avec stigmates saturnins le 11 novembre suivant; que, pendant cette période de plus de trois mois, son dossier ne mentionne qu'une interruption de travail de quatre jours;

Attendu que les experts concluent de tout ce qui précède que H... a contracté dans les ateliers des défendeurs le mal dont il est atteint et que rien, dans son passé et dans son état antérieur, ne semble avoir pu l'y prédisposer;

Attendu que X... et C^{ie}, sans méconnaître l'état de H..., soutiennent que leur responsabilité ne saurait être engagée, puisque, au dire même des experts, ils ont observé tous les règlements qui leur sont imposés et qu'ainsi ils n'ont commis aucune faute pouvant entraîner leur condamnation à des dommages-intérêts, par application de l'article 1382 du Code civil;

Mais attendu que, si la seule infraction aux règlements constitue une faute au point de vue pénal et civil, l'observation de ces mêmes règlements ne suffit pas, à elle seule, pour dégager nécessairement la responsabilité du patron; que les règlements administratifs se modifient au fur et à mesure des transformations de l'industrie et de l'apparition des dangers qu'elle comporte; que le fait de n'avoir point entouré l'ouvrier de toutes les précautions pratiquement réalisables et susceptibles de réduire au minimum les dangers qui le menacent, constitue une faute suffisante pour entraîner la responsabilité civile du patron;

Attendu que le fait relevé par les experts, de n'avoir imposé l'usage du masque qu'après le départ de H..., de n'avoir point alimenté automatiquement la bluterie, d'avoir laissé subsister des coudes dans les tuyaux d'aspiration, d'avoir installé l'aération par le toit et non par *descensum*, d'avoir laissé H... travailler pendant trois semaines consécutives dans l'atelier des « rouges », sont autant de fautes engageant la responsabilité des défendeurs;

Attendu, en ce qui concerne l'indemnité à allouer, qu'en tenant compte de toutes les constatations du rapport relativement à l'état de H..., avant et après son séjour dans l'usine des défendeurs, de ses salaires s'élevant à 3 fr. 75 par jour, de son âge, de sa situation de famille, le Tribunal a les éléments suffisants pour fixer à 8 000 francs l'indemnité à allouer;

Par ces motifs :

Condamne X... et C^{ie} à payer à H... une somme de 8 000 francs à titre de dommages-intérêts; les condamne aux dépens ⁽¹⁾.

Il faut observer, tout particulièrement, que cette condamnation a été prononcée bien qu'il eût été constaté par les experts que MM. X... et C^{ie} s'étaient pleinement conformés, dans leur industrie, aux lois et règlements imposés aux établissements de ce genre.

Or, on sait combien est étroite cette réglementation du travail industriel, telle qu'elle a été détaillée dans la loi du 2 novembre 1892 sur le travail des enfants, des filles mineures et des femmes dans les manufactures, et celle du 12 juin 1893 concernant l'hygiène et la sécurité des travailleurs dans les établissements industriels, avec toute la série de décrets qui sont intervenus en exécution de ces lois. Et l'on pourrait penser que le fait méritoire d'avoir pu satisfaire à tant de prescriptions réglementaires, ne devrait pas permettre de relever, par ailleurs, une cause quelconque de responsabilité à l'encontre d'un patron si méticuleusement prudent.

Il n'en est rien. Au contraire, il a été plusieurs fois jugé que l'observation rigoureuse des lois, décrets et arrêtés qui réglementent le travail industriel, n'exonérât pas le patron de toute responsabilité. Celui-ci n'en reste pas moins tenu de prendre toutes les autres précautions voulues pour éviter les accidents; il doit entourer l'ouvrier de

toutes les précautions pratiquement réalisables, et susceptibles de réduire au minimum les dangers qui le menacent. Le moindre manquement qui est en relation de cause à effet avec l'accident survenu, constitue une faute suffisante pour entraîner la responsabilité civile du chef d'entreprise, quel que soit l'esprit de prudence dont il ait fait preuve à tous autres égards (C. cass. 22 février 1883; Cour de Besançon, 11 décembre 1889, *Gazette des Tribunaux*, numéro du 11 décembre 1890).

Au surplus, ce manquement pourrait aussi donner lieu à poursuites, répressives, quoiqu'il ne fût pas une contravention à un règlement spécial, s'il constituait le délit d'homicide ou de blessures par imprudence, dans les termes des articles 319 et 320 du Code pénal.

Quand on constate cet extrême développement, que, dans l'application du droit commun, la jurisprudence a donné au principe de la responsabilité du patron, on ne peut s'empêcher de dire que l'avènement du système du risque professionnel était fatal, et que l'introduction de ce système, dans les industries que la loi du 9 avril 1898 y a assujetties, n'a sans doute pas été une aggravation bien réelle de la règle de responsabilité qu'on y avait appliquée jusqu'alors.

LOUIS RACHOU,
Docteur en droit,
Avocat à la Cour d'appel de Paris

VARIÉTÉS

Tunnel pour piétons et voitures, à Hambourg.

La ville de Hambourg va faire exécuter, sous le bras nord de l'Elbe, un double tunnel donnant passage aux piétons et aux voitures, et faisant communiquer le quartier Saint-Paul et le quartier Steinwärder (fig. 1 et 2). Les solutions dont on dispose pour franchir les fleuves ou les bras de mer navigables par les vaisseaux à mâture élevée se



FIG. 1. — Plan du port de Hambourg et du tunnel projeté.

réduisent, en effet, quand la circulation terrestre ou maritime est trop intense pour permettre l'emploi d'un pont tournant, à un transbordeur, à un bac ou à un tunnel.

L'activité de la navigation à Hambourg, surtout à certaines heures, est trop grande pour qu'on consente à la gêner en installant un bac ou un transbordeur; ceux-ci auraient, en outre, présenté des dangers de collision en temps de brouillard. Il a paru préférable d'imiter les villes de Londres ⁽¹⁾ et Glasgow, entre autres, qui possèdent déjà des

⁽¹⁾ *Gazette des Tribunaux*, numéro du 22 juin 1904.

⁽¹⁾ Voir le *Génie Civil*, t. XXVII, n° 4, p. 6, et t. XXXI, n° 9, p. 142.

tunnels carrossables passant sous la Tamise et la Clyde, et assurent en tout temps les communications d'une rive à l'autre.

La figure 1 montre l'emplacement choisi pour ce double tunnel, et la figure 7 en donne le plan d'ensemble, avec les quelques modifications de voirie qu'entraînerait, surtout à la tête sud, l'installation des puits d'accès. La longueur d'un puits à l'autre sera de 450 mètres; les tun-

Deux puits semblables (fig. 4 et 6) permettront aux piétons d'arriver aux tunnels par des escaliers, et aux voitures de descendre et de remonter par une série de trois ascenseurs doubles ayant des capacités diverses. Ceux de 9^m 5, pourvus de plates-formes de 9^m 40 de longueur et ceux de 6 tonnes, avec des plates-formes de 7 mètres, recevront les voitures; ceux de 1 500 kilogr. recevront les piétons (20 personnes).

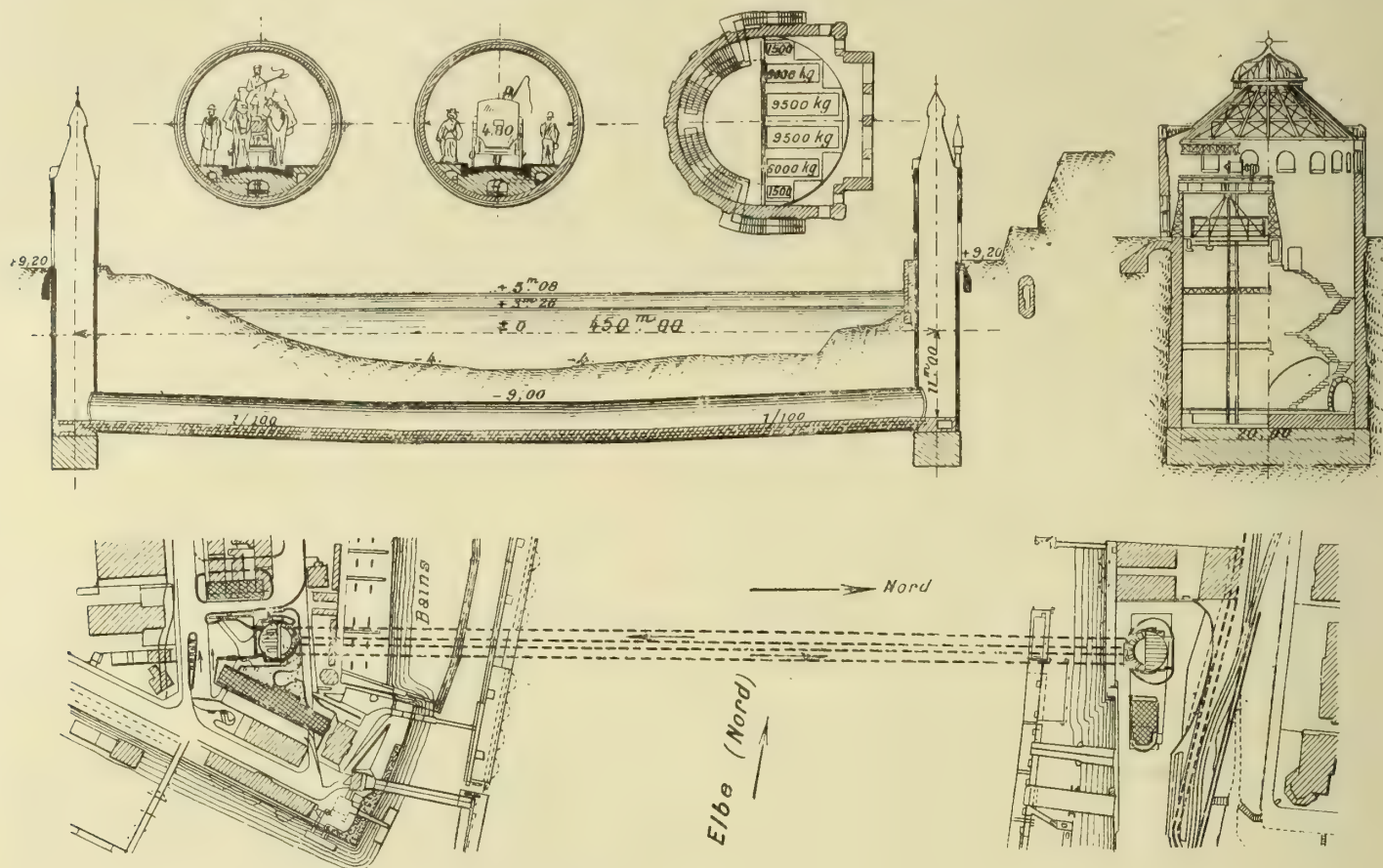


FIG. 2 à 7. — Coupes longitudinale et transversales et plan du tunnel; coupes verticale et horizontale d'un puits d'ascenseur.

nels à section circulaire, de 4^m 80 de diamètre intérieur (fig. 2 et 3), présenteront, dans leur longueur, une double pente de 1/100 (fig. 5). La plus faible distance de la voûte au fond du fleuve sera d'environ 5 mètres, et ménagera aux navires un tirant d'eau de 9 mètres, qu'on pourra augmenter plus tard par des dragages sans nuire aux tunnels.

Chaque tunnel possédera une chaussée et deux trottoirs, avec un caniveau central d'épuisement. Les parois en seront revêtues, ainsi que celles des puits, de plaques céramiques brillantes qui feront ressortir l'éclairage électrique. Ces tunnels sont prévus en tôle, renforcée de béton.

Derniers perfectionnements dans la fabrication de l'acide sulfurique par le procédé des chambres.

La fabrication de l'acide sulfurique par l'ancien procédé des chambres a reçu, dans ces dernières années, de nombreux perfectionnements dont quelques-uns sont dus à la concurrence créée par la mise en pratique du procédé par contact. Nous allons indiquer très sommairement les plus importantes de ces améliorations, celles qui ont déjà reçu la consécration de la pratique. Nous délaisserons, par exemple, les fours de grillage mécaniques et leurs chambres à poussières. Ces derniers, comme le fait remarquer l'*Engineering and Mining*, auquel nous empruntons nos données, sont loin d'être parfaits et rien ne semble bien établi à leur sujet.

Glover. — La lave de Volvic ou le quartz sont généralement employés pour le remplissage. La forme des matériaux est encore très discutée. Des briques ayant un trou central et sur la face supérieure une rainure pour retenir une certaine quantité d'acide, semblent excellentes.

Le procédé universellement adopté aujourd'hui pour l'admission des produits nitrés consiste à introduire l'acide nitrique à travers le Glover; le réglage en est facile et il en résulte une sensible économie.

Gay-Lussac. — Actuellement on le remplit toujours avec des plaques, ou mieux, des boules creuses en matière réfractaire. Ces produits ne sont pas attaqués, ils sont facilement nettoyables et ne créent pas de résistances anormales.

À l'ancienne tour trop haute, on a substitué deux tours de hauteur

Aux heures d'affluence, les premiers pourraient aussi recevoir respectivement 120 et 80 voyageurs à la fois.

Comme la tête sud des tunnels débouche dans le port franc et la tête nord dans la ville, sujette aux opérations douanières, on a dû prévoir les guichets nécessaires à l'inspection des voyageurs et des marchandises, en même temps que ceux de la perception du péage.

Les frais de construction de ce tunnel sont estimés à 8,2 millions de marks, dont 7,4 millions pour le tunnel proprement dit, 125 000 marks pour les travaux en rivière et le reste pour les travaux de voirie et accessoires.

réduite; on évite ainsi des constructions gigantesques; et, de plus, les gaz ont moins de tendance à suivre les voies de résistances moindres. Dans une installation importante on ajoute une grande tour centrale pour deux ou trois couples de petits Gay-Lussac.

Pour le pompage et la distribution de l'acide, en dehors des appareils Kestner et Plath qui fonctionnent bien, l'émulseur Fraipont est aujourd'hui très employé (1). Sur la base supérieure d'un cylindre en plomb, débouche le conduit d'arrivée de l'acide; sur la paroi latérale sont branchés les tuyaux de départ. Une enveloppe, concentrique à la première, renferme de l'air maintenu à une pression fixée. Les tuyaux de départ portent, à leur partie inférieure, une ouverture en sifflet qui permet à l'air de pénétrer dans l'acide. Il en résulte la formation d'une émulsion plus légère que l'acide. Ceci permet l'arrosage à hauteur voulue et la suppression des anciens distributeurs souvent si compliqués; de plus c'est une pluie fine qui tombe en jet sur les réfractaires du Gay-Lussac.

Chambres. — On a augmenté leur hauteur aux dépens de la section, et adopté par exemple les cotes suivantes :

Hauteur.	9 mètres;
Largeur.	5 ^m 50;
Longueur.	de 7 mètres à 25 mètres.

Le brassage des gaz active les réactions; on le réalise au moyen soit de ventilateurs, soit de chambres tangentielles de Meyer.

(1) Voir le *Génie Civil*, t. XLIV, n° 20, p. 316.

Les ventilateurs, substitués aux cheminées de tirage, produisent un travail uniforme indépendant de l'état atmosphérique (température, vent, état hygrométrique). La pratique a démontré que l'effet produit par la pulvérisation du mélange gazeux contre les parois des chambres, est un facteur qui doit entrer en ligne de compte au même titre que le refroidissement. Aussi on installe aujourd'hui un ventilateur soufflant en tête, et non un ventilateur aspirant en queue.

La nature des matériaux (fer, plomb ou réfractaire) à adopter pour la construction des ventilateurs est déterminée par la composition et la température du mélange gazeux-liquide du point où ils sont installés.

Les chambres tangentielles de Meyer sont cylindriques : les gaz entrent à la partie supérieure et circulent en spirale sur la périphérie.

Du brassage énergique résulterait un rendement excellent. Pour une quantité de pyrite correspondant à 1 kilogr. de soufre, le maximum de capacité de chambre serait de 0^m3 650 et la consommation d'acide nitrique serait de 2^{kg} 7 pour cent de soufre transformé.

Injection d'eau pulvérisée au lieu de jet de vapeur. — Un jet d'eau finement pulvérisée brasse aussi bien un mélange gazeux que ne le fait un jet de vapeur ; il a l'avantage considérable d'abaisser la température de la chambre au lieu de l'élever puisque le dégagement de chaleur produit par la condensation de la vapeur est supprimé.

Deux procédés sont généralement adoptés : 1^o les atomiseurs Hartmann et Benker qui sont placés dans le toit de la chambre, en nombre variable, et dont la construction est telle qu'aucune goutte d'eau ne peut être admise autrement que sous la forme de brouillard ; 2^o les atomiseurs Koerting basés sur le même principe que les injecteurs du même nom.

Les avantages des atomiseurs résultent de la comparaison suivante des rendements :

Avec une installation ordinaire, il faut : par kilogramme de soufre, 17 mètres cubes de chambre ; on produit de 2^{kg} 5 à 3^{kg} 5 de SO²H² par mètre cube de chambre ;

Avec une installation avec chambres Meyer, ventilateur et atomiseurs, 2 tours, il faut : par kilogramme de soufre, 10 mètres cubes de chambre, et on produit de 4^{kg} 5 à 6 kilogr. de SO²H² par mètre cube de chambre.

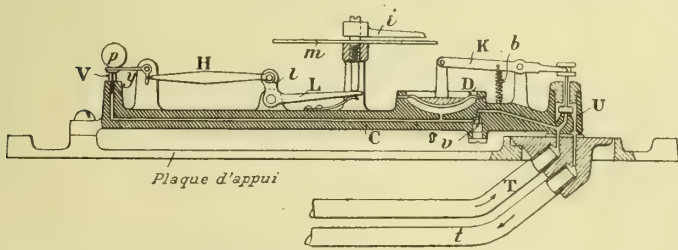
Concentration. — Il semble que jusqu'à 95 degrés il vaut mieux employer les systèmes Kestner ou Benker, puis faire couler l'acide dans un alambic en fer où l'on achève la concentration jusqu'à 98 degrés.

Toutes ces améliorations ont naturellement concouru à l'abaissement du prix de revient ; les chiffres sont trop variables avec les contrées pour être cités utilement.

Appareil régulateur d'humidité.

Dans les locaux occupés par un grand nombre de personnes, tels que casernes, écoles, ateliers, hôpitaux, il est nécessaire de maintenir dans l'air un certain degré d'humidité au fur et à mesure qu'il est renouvelé par la ventilation. Cette nécessité, reconnue depuis longtemps par les hygiénistes, n'a été mise en pratique dans les ateliers que tout récemment (1).

L'appareil représenté dans la figure ci-jointe, que nous empruntons



Coupe longitudinale de l'humidostat.

à l'*Engineering News*, a en vue le réglage de ce degré d'humidité. Son inventeur, M. W. S. Johnson, lui a donné le nom d'humidostat. C'est une sorte de servo-moteur à air comprimé, intercalé entre le distributeur de vapeur et un hygroscope soumis aux influences variables de l'air humide.

La figure représente les positions respectives des différents organes en régime normal. H est constitué par une substance hygroscopique

dont les variations de longueur commandent la valve de distribution U. Le réglage se fait par un volant m muni d'un index repère i limitant la course du grand bras L d'un levier coudé.

Si le degré d'humidité tend à devenir supérieur au régime normal prescrit, la tige hygroscopique H s'allonge ; le grand bras du levier coudé y se soulève et ouvre la valve d'échappement de l'air comprimé V. La section de passage de V étant supérieure à celle de la valve pointeau v, il se produit une dépression dans le canal C et son branchement sous D.

Le diaphragme moteur D s'abaisse et le levier K soulève la valve de distribution U mettant en communication les deux conduits T et t.

Par T arrive l'air comprimé renfermé dans un réservoir, par t cet air comprimé est envoyé au moteur distributeur de vapeur ; ici l'arrivée de l'air comprimé a pour effet d'empêcher ou de diminuer l'arrivée de vapeur dans le local à humidifier. Le distributeur de vapeur peut évidemment être placé très loin de l'humidostat.

Si le degré d'humidité tend à baisser, les choses restent en l'état jusqu'à ce que la limite permise soit atteinte. Dès qu'elle est dépassée, l'effet inverse se produit et la distribution de vapeur est ouverte pendant le temps nécessaire au rétablissement du régime normal. Dans ce cas, la soupape d'échappement est appliquée sur son siège sous l'action d'un poids p.

Les moyens de réglage sont multiples. On peut faire varier : la longueur et la tension du ressort de l'hygroscope H par la rotation du volant m (surtout pour le réglage final), la tension du ressort antagoniste b, le jeu entre la fourchette du levier K et le mentonnet qui surmonte la tige de la valve U.

Des expériences faites sur des appareils en service ont permis de vérifier que les écarts sont inférieurs à 2 % dans chaque sens à partir du régime fixé.

L'humidostat se place généralement contre un mur, en un endroit tel que le tambour soit bien en vue et facilement accessible pour le réglage.

Piliers à base renforcée pour la reprise en sous-œuvre.

Nous donnons, ci-dessous, la description d'un système nouveau et assez curieux de soutènement qui a été employé à Boston tout récemment. Il s'agissait de reprendre en sous-œuvre une construction importante qui avait été faite sur des terrains de remblai. La place faisait défaut, et le bon sol, constitué par un banc d'argile, était à plus de 6 mètres ; le nombre des piliers de soutien devait donc être restreint.

Le pilier proprement dit, dont la section circulaire est d'environ 440 centimètres carrés, est constitué par une armature composée de quatre fers carrés tordus, noyés dans un béton de ciment. La longueur totale du pilier, empattement compris, est de 8 mètres. La pression est répartie sur une surface de 0^m2 64, soit seize fois plus grande environ que la section supérieure, on a eu ainsi à la fois une excellente répartition et une diminution de la charge.

Ces supports de soutènement ont été, tout naturellement, placés au droit des colonnes extérieures et des intersections des murs.

Pour la construction de ces piliers, on a enfoncé progressivement un manchon circulaire d'acier, ayant intérieurement la section extérieure d'un pilier, à travers le sol sans consistance ; on s'est arrêté un peu au-dessous du bon sol. On a passé alors à l'intérieur du tube l'excavateur déformable représenté par la figure 2. Les traits pointillés indiquent la position finale quand la chambre d'excavation est achevée.

La pointe inférieure qui est dans l'axe de l'appareil sert au centrage. Les extrémités des tiges supérieures articulées sont taillées en biseau de façon à réaliser un tranchant entaillant facilement l'argile.

Quand la chambre inférieure est terminée, on assèche l'ensemble, on met en place les fers de renforcement et on coule lentement le béton en pilonnant avec soin.

A la fin de la coulée, on retire doucement le tube d'acier ; le béton remplit alors l'espace laissé libre et fait un tout avec le terrain environnant.

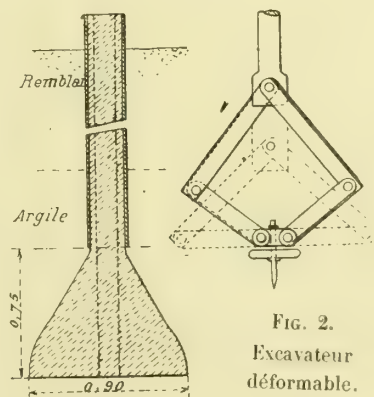


Fig. 1. — Pilier renforcé.

(1) Voir le *Génie Civil*, t. XLIV, n° 24, p. 380, et n° 25, p. 389.

SOCIÉTÉS SAVANTES ET INDUSTRIELLES

Académie des Sciences.

Séance du 29 août 1904.

Hygiène. — *Sur la conservation des farines par le froid.* Note de M. BALLAND.

M. Balland a conservé pendant trois ans, dans un frigorifique, divers produits de mouture. Les échantillons comprenaient de belles farines de meule et les gruaux bis qui en sont exclus et vont avec les farines de dernière qualité. Ces échantillons ont été répartis dans de petits sacs en toile en deux groupes semblables dont l'un a été laissé en magasin, tandis que l'autre a été déposé dans le frigorifique, à une température qui a oscillé entre 2 degrés au-dessus et 2 degrés au-dessous de zéro.

Les analyses faites sur les farines fraîches et sur les farines conservées ont porté sur l'eau, le gluten, les matières grasses et l'acidité.

Les farines refroidies sont fortement *pelotées*, très humides, avec saveur fade et odeur de relent. Ces défauts viennent de l'excès d'eau apporté par l'humidité du frigorifique. Le gluten se rassemble très bien; il est homogène, mou et plus hydraté que celui des farines fraîches, il retient 71 % d'eau. Dans les farines dégraissées, même quantité de gluten. Les matières grasses et l'acidité, si l'on tient compte de la prise d'eau par les farines, n'ont pas varié: au contraire, les farines conservées en magasin sont usées, amères, impropres à l'alimentation; leur gluten se rassemble mal.

Il résulte de ces essais que les altérations des farines sont enrayées par le froid et que ces denrées pourraient être parfaitement conservées dans des frigorifiques aménagés de façon à éviter leur hydratation. Toutefois, ce n'est pas un mode de conservation à proposer pour des approvisionnements de guerre. Avec les moulins portatifs que l'on trouve aujourd'hui, à bon compte, dans le commerce, il y aura toujours avantage à conserver les blés, dont les matières grasses, comme l'auteur l'a constaté, sont peu altérées, même après dix années de conservation.

On a relevé que les farines conservées en magasin étaient devenues plus blanches: c'est un fait non expliqué, observé depuis longtemps, qui semble dû aux matières grasses. Plus il y a d'huile dans une farine, plus la farine est colorée et la décoloration se manifeste à mesure que l'huile est transformée en acides gras. La blancheur est plus accusée dans les farines conservées en magasin que dans celles du frigorifique; elle est encore plus marquée dans les farines dégraissées par l'éther.

Météorologie. — *Observations sur la foudre en boule tombée à Autun, le 16 juillet.* Note de M. ROCHE, présentée par M. Gaudry.

Le 16 juillet, un violent orage a éclaté sur la ville d'Autun, sa durée a été de 30 minutes; la foudre est tombée sur plusieurs points de la ville. L'orage s'est terminé par un coup de foudre globulaire éclatant avec un grand fracas et un coup sec, sans roulement.

La boule de feu a été vue à trois endroits différents sur un parcours de 500 mètres en ligne droite; elle a manifesté ses bizarreries dans quinze parties différentes de la ville: sonnettes électriques mises en mouvement, appartements paraissant pleins de flammes; trois gros corps de cheminées rasés, distants du point de départ de 100 mètres, 300 mètres, 450 mètres; visites dans plusieurs appartements et magasins, plusieurs personnes déplacées ou ayant éprouvé des chocs, l'un sur le nez, un autre au bras; un élève dans la classe d'anglais, au collège, eut le bras paralysé pendant une heure; tous ressentirent un fourmillement désagréable, un autre eut une grave coupure au poignet; ampoule de lampe électrique brisée, portes sorties des gonds, trappon de cave jeté dans la rue, etc.; à mi-chemin la boule s'était divisée.

Il est un point d'observation nouveau qui mérite d'être signalé: à 30 mètres de son point de départ, la foudre en boule a causé une très forte commotion sur le bâtiment de la sous-préfecture, surmonté d'un paratonnerre: les personnes présentes le croyaient foudroyé; elles éprouvèrent une forte commotion. Cependant le paratonnerre a été vérifié et reconnu en parfait état. Il semble donc que le paratonnerre soit sans action sur la foudre globulaire.

Minéralogie. — *Sur les macles.* Note de M. G. FRIEDEL, présentée par M. Michel Lévy.

La théorie résumée par l'auteur a son principe dans l'explication des macles par mériédrie donnée par Mallard.

Physiologie végétale. — *Recherches sur l'assimilation de quelques substances ternaires par les végétaux supérieurs.* Note de MM. P. MAZÉ et A. PERRIER.

Les physiologistes et les agronomes admettent que les substances hydrocarbonées qui passent, par voie d'absorption, dans les plantes vertes sont utilisées au même titre que celles qui résultent de l'assimilation chlorophyllienne. Dans l'obscurité, la vesce et le maïs, comme les végétaux dépourvus de chlorophylle, peuvent vivre aux dépens du sucre; ils ne donnent jamais, il est vrai, des plantes normales. Il en serait de même lorsque, exposée à la lumière la plante dispose d'une autre source de carbone.

C'est ce que les auteurs ont vérifié en reprenant les expériences de M. J. Laurent sur le maïs, et en remplaçant la liqueur de Detmer qui leur paraissait tout à fait insuffisante, par la solution minérale suivante:

Azotate de sodium	grammes.	1
Phosphate de potasse	—	4
Sulfate d'ammoniaque	—	0,25
Sulfate de magnésie	—	0,2
Sulfate ferreux	—	0,1
Chlorure de manganèse	—	0,1
Carbonate de calcium	—	2
Silicate de potasse	} traces.	
Chlorure de zinc		
Eau distillée	centimètres cubes.	1000

Par cette méthode, en moins de deux mois, les auteurs ont obtenu des plantes normales portant tous leurs organes de fructification et ne se différenciant des pieds de maïs du même âge semés en pleine terre que par une avance très marquée.

La germination du maïs s'effectue normalement dans des solutions à 1 % de glucose, saccharose, mannite, glycérine, alcool éthylique et méthylique. Les plantules ne sont nullement gênées par la présence de ces diverses substances: on sait d'ailleurs, depuis les travaux de van Tieghem, de Brown et Morris, que les embryons végétaux, détachés de leurs organes de réserve, peuvent se développer, jusqu'à un certain point, aux dépens d'aliments artificiels ou de solutions nutritives.

En définitive, on voit que les plantes vertes sont capables d'assimiler les sucres, comme les champignons et les microbes; la seule distinction qu'il y ait lieu d'établir c'est que les premières peuvent créer ces substances aux dépens de l'acide carbonique de l'air, tandis que, parmi les autres, on ne connaît actuellement que les ferments nitreux et nitrique qui empruntent leur carbone à l'acide carbonique.

A. B.

BIBLIOGRAPHIE

Revue des principales publications techniques.

CHEMINS DE FER

Les nouvelles gares de Hambourg. — M. RÜDELL décrit, dans le *Zentralblatt der Bauverwaltung*, des 13 et 17 août, les bâtiments des deux nouvelles gares de Hambourg (Dammtor et Sternschanze) qui sont terminées depuis l'année dernière, tandis que la gare principale est en voie d'achèvement.

La première de ces gares, traversée par les quatre voies de la ligne à la hauteur du premier étage, a tous ses services installés au rez-de-chaussée. Il n'existe au-dessus que les deux larges quais, desservant chacun deux voies, la halle (à fermes en plein cintre de 35 mètres de portée) et les murs latéraux, percés de vastes baies vitrées qui éclairent les quais. Une face du rez-de-chaussée est destinée aux arrivées, l'autre aux départs.

Il y a deux voies pour le service de banlieue et deux pour les grandes lignes.

La gare de Sternschanze présente des dispositions générales semblables, mais l'accès des salles a lieu par une seule extrémité du bâtiment, l'autre étant engagée dans le remblai de la ligne.

Plusieurs photographies montrent l'aspect des vestibules, salles d'attente et halles de ces gares, où la décoration céramique, tant à l'intérieur qu'à l'extérieur, a été prodiguée.

Le chemin de fer électrique de Springfield, Troy et Piqua. — Le *Street Railway*, du 23 juillet, décrit cette ligne, qui dessert une contrée agricole dans l'Ohio, et sert au transport des voyageurs et des marchandises.

L'entrée dans Springfield se fait par la même plate-forme que la ligne à vapeur du Detroit Southern Road. Dans la campagne, la ligne est établie sur plate-forme spéciale, avec rails de 30 kilogrammes.

Les voitures sont du type mixte; elles ont 12 mètres de longueur, 15 mètres entre tampons et sont munies de quatre moteurs. Une voiture de 75 chevaux, à très forte réduction, sert de locomotive pour remorquer les wagons ordinaires.

La Compagnie espère tirer du trafic d'excursions une partie de ses recettes, et l'article en question donne des renseignements, accompagnés de photographies, sur les parcs que dessert la ligne.

L'usine, à Springfield, comprend quatre chaudières multitubulaires de 300 chevaux, à tirage naturel, et deux groupes Corliss compound de 850 chevaux, avec alternateur triphasé de 540 kilowatts à 25 périodes, 370 volts, 94 tours, et excitatrices séparées, commandées par machines à vapeur. La tension est ensuite élevée à 6 600 volts pour alimenter une ancienne ligne, et 26 400 volts pour une nouvelle ligne, les mêmes transformateurs pouvant être utilisés, par simple changement de connexions.

Environ 16 kilom. de voie sont alimentés par une commutatrice de 300 kilowatts installée dans l'usine. Deux sous-stations, situées à Thackary et Casstown, peuvent contenir chacune deux commutatrices de 300 kilowatts.

Les chemins de fer aériens aux États-Unis. — M. NICOLAUS traite, dans les *Annalen für Geberbe und Bauwesen*, du 1^{er} juillet, des dispositions actuellement adoptées aux États-Unis pour la construction des voies et du matériel roulant des chemins de fer aériens aux États-Unis. C'est un résumé succinct, accompagné de photographies caractéristiques des nombreuses monographies publiées par la presse technique américaine sur les *elevated* de New-York, Boston et Chicago, qui peut suffire à donner une idée d'ensemble de la construction américaine.

Les services de trains pendant l'été 1904 en France et en Angleterre. — Dans l'*Engineer*, des 15 et 29 juillet, M. Charles ROUS-MARTEN passe en revue les améliorations qui ont été apportées en France et en Angleterre, par les diverses Compagnies, au sujet de la vitesse commerciale et de la combinaison des horaires pendant cet été et compare l'organisation du service des trains dans les deux pays.

CONSTRUCTIONS CIVILES

La nouvelle manufacture de tabac, à Vienne-Ottakring (Autriche). — L'*Oesterreichische Wochenschrift*, du 16 juillet, décrit sommairement une nouvelle manufacture de tabac, construite il y a quelques années, à Vienne, dans le faubourg d'Ottakring, sur un plan régulier. Le bâtiment principal comporte quatre étages; il est flanqué: par devant, d'un pavillon pour les bureaux et d'un magasin, disposés symétriquement en bordure de la rue; par derrière, du magasin des tabacs bruts, desservi par un embranchement du chemin de fer; enfin, sur les côtés, de deux longs bâtiments de service (infirmerie, réfectoire, hangars), en bordure des petites rues latérales.

Cet ensemble représente une dépense de plus de 2 millions.

CONSTRUCTIONS NAVALES

Détermination du rayon d'action des navires. — L'estimation du rayon d'action d'un navire est un problème dans lequel entrent tant de facteurs variables que sa solution ne peut être qu'une approximation toujours susceptible de critique selon la façon dont l'influence relative des divers facteurs est appréciée par les divers auteurs.

Dans l'*Engineering News*, du 14 juillet, M. D. W. TAYLOR donne plusieurs méthodes de résoudre le problème, en prenant comme causes qui font varier la consommation de charbon à une vitesse donnée: l'état de la grille, les conditions atmosphériques et l'état de la mer, la qualité du charbon, l'état des machines motrices et auxiliaires, l'habileté et la puissance du personnel, le genre et la forme du navire, l'importance de la machinerie auxiliaire et des installations comportant une consommation de vapeur.

Il résulte des observations faites par les marines militaires américaine anglaise et japonaise que le rayon d'action est maximum pour une vitesse qui oscille autour d'une moyenne de 10 nœuds à l'heure. L'auteur interprète ces résultats.

ÉLECTRICITÉ

Transmission électrique de l'énergie. — Le *Cassier's Magazine* a publié en juin un numéro spécial, dit de « l'énergie électrique », qui renferme divers articles d'ensemble que leur étendue ne nous permet guère d'analyser :

Le développement de la transmission électrique de l'énergie, par L. B. STILLIVELL. (Cet article renferme en outre, des descriptions techniques, des données statistiques.)

La transmission de l'énergie à grande distance, par C. F. SCOTT.

Les limitations de la transmission de l'énergie à grande distance, par P. M. LINCOLN. (L'auteur envisage les limitations commerciales et les limitations techniques, et montre que les premières sont surtout celles qui interviennent.)

Les transformateurs pour la transmission à grande distance, par J. S. PECK. (L'auteur passe en revue les divers types de transformateurs de grande puissance, et donne également d'intéressants renseignements statistiques.)

L'énergie électrique dans les manufactures, par D. et B. JACKSON. (On trouvera dans cette étude divers renseignements sur les moteurs à vitesse variable, et des considérations sur la commande individuelle et collective des machines.)

La distribution de la force des systèmes de transmission, par L. BELL.

L'énergie électrique des chutes de Shavignan, par W. C. JOHNSON et R. D. MERCHON. (Deux articles descriptifs, consacrés, l'un à l'installation hydraulique, l'autre à la partie électrique.)

L'électricité et la lumière, par C. P. STEINMETZ. (Considérations générales sur les sources modernes de lumière électrique, sans l'intermédiaire de la chaleur, et notamment sur l'arc au mercure et la lampe à magnétite.)

Le développement de la soudure électrique, par ELIHU THOMSON.

Quelques stations électriques anglaises, par H. F. PARSHALL. (Stations des tramways de Dublin, usine de Bristol, usine du Central London Railway, station des tramways de Glasgow, station de la Yorkshire et de la Lancashire Power Co.)

L'énergie électrique dans les mines du continent, par C. S. V. BROWN.

Installation électrique de l'usine de l'École supérieure technique de Darmstadt (Allemagne). — La nouvelle usine de l'École technique de Darmstadt comporte une installation électrique d'éclairage et de force assez importante, dont M. SENDEL donne la description dans la *Zeitschrift des Vereines deutscher Ingenieure*, du 16 juillet.

Le réseau d'éclairage (115 arcs, 2260 lampes) est à trois fils, alimenté par du courant continu à 70 volts sur chaque pont. Il doit prendre ultérieurement encore plus d'extension. La puissance nominale des moteurs atteint au total 150 kilowatts; ces moteurs sont branchés sur le même réseau entre les fils extrêmes. Les exercices pratiques des étudiants sont répartis de façon que la dépense d'énergie des moteurs s'ajoute le moins possible à celle de l'éclairage.

Le courant est produit par un turbo-générateur de 250 kilowatts, par deux dynamos anciennes et des accumulateurs.

Le turbo-générateur, construit par Brown-Boveri, tourne à 2700 tours et comprend une dynamo spécialement construite en vue de cette grande vitesse; le circuit magnétique est formé, non de noyaux inducteurs saillants, mais d'un cylindre en tôles minces, à entrefer constant, analogue au stator des moteurs d'induction.

L'enroulement inducteur est double (série et dérivation) et ses deux parties sont opposées de façon à annuler les étincelles au collecteur, malgré les variations de charge de la dynamo. Le calage des balais, une fois réglé, n'a plus à être modifié. La machine se trouve en même temps compoundée, et sa tension s'élève ou s'abaisse en même temps que la charge du réseau. L'enroulement inducteur fin est branché sur une source de courant indépendante de la machine.

L'usine possède encore un moteur-dynamo de 25 kilowatts, dont le moteur est enroulé pour 150 volts, la dynamo pour 55 volts, et qui sert à charger

la batterie à ce dernier voltage. Les inducteurs et les induits des deux machines ont des noyaux communs et des enroulements distincts juxtaposés, ainsi que leurs deux collecteurs.

Les sous-stations polyphasées. — L'*Electrical Review*, du 15 juillet, reproduit un mémoire de M. S. L. PEARCE, sur les raisons qui peuvent conduire à adopter, pour les sous-stations, les convertisseurs ou les commutatrices.

Les commutatrices sont d'un rendement élevé; leur encombrement est faible; la surcharge n'est limitée que par l'échauffement. Elles ne conviennent qu'aux basses fréquences, et leur marche en parallèle présente quelquefois des difficultés.

Les convertisseurs à moteur synchrone et asynchrone peuvent être employés avec une fréquence plus élevée; leur rendement est inférieur de 3 à 4 %, mais leur régulation plus précise.

Les commutatrices conviennent principalement à la traction, les convertisseurs aux installations de lumière.

L'auteur signale également les moteurs-convertisseurs, dans lesquels une commutatrice est accouplée avec un moteur asynchrone, le courant du rotor du moteur étant envoyé dans la commutatrice, qui fonctionne aussi partiellement comme génératrice.

Après avoir indiqué, pour les diverses puissances, les prix des trois types d'appareils, l'auteur examine séparément les transformateurs, les tableaux et les appareils de synchronisation destinés aux sous-stations, puis décrit des sous-stations avec commutatrices et avec convertisseurs et donne quelques renseignements sur leur exploitation.

Nouveau dispositif de dynamo à tension pratiquement constante et à vitesse variable applicable à l'éclairage électrique. — Dans une communication à la *Société internationale des Électriciens* (Bulletin de juin 1904), M. LOPPE décrit le nouveau système *Loppé et Compagnie générale d'Électricité de Creil*, pour l'éclairage des trains. Ce système, qui peut être classé dans la catégorie de ceux ayant une dynamo dont la vitesse est proportionnelle à celle du train, avec réglage électrique de la tension, comporte une dynamo génératrice actionnée par un des essieux de la voiture et une batterie d'accumulateurs qui assure l'éclairage pendant les arrêts et pendant les périodes où la vitesse du train est inférieure à la vitesse V pour laquelle la dynamo doit entrer en fonctionnement. La régulation y est obtenue à l'aide d'une dynamo auxiliaire dévoltrice montée sur le même arbre que la dynamo génératrice.

D'après l'auteur, les applications de ce système ne se bornent pas à l'éclairage des voitures de chemins de fer: on peut l'utiliser avantageusement pour l'éclairage par moulin à vent, par roue hydraulique, etc., c'est-à-dire dans tous les cas où l'on a affaire à un moteur dont la vitesse est variable.

Quand la batterie ne doit pas assurer le service pendant les périodes de non-fonctionnement de la dynamo, sa capacité peut être très faible, le circuit de service étant alors directement branché aux bornes de la dynamo.

INDUSTRIES TEXTILES

Machine à fabriquer les étoffes épaisses. — L'*Engineering*, du 15 juillet, décrit et signale comme nouveauté, une machine analogue à la machine à coudre et destinée à fabriquer certaines étoffes tissées épaisses, sans dessin ou de dessin simple comme celui des couvertures, tapis, etc.; une application intéressante serait la fabrication des courroies.

Le tissu est formé d'une série de torons disposés parallèlement l'un à côté de l'autre et étagés en plusieurs couches dont le nombre varie selon l'épaisseur à donner au tissu. Des fils longitudinaux rassemblent ces différents torons et les cousent en quelque sorte l'un à l'autre au moyen d'aiguilles analogues à celles de la machine à coudre, mais disposées en rangées et se déplaçant alternativement à droite et à gauche; les fils de trame sont donc disposés en zigzag. Les points peuvent être plus ou moins rapprochés, le zigzag peut être plus ou moins incliné, l'écartement des différents fils de la trame peut également varier non seulement une fois pour toutes, mais d'une allée et venue à l'autre; on peut aussi à volonté faire varier la compacité et la ténacité du tissu, dont quelques spécimens sont donnés.

La machine peut traiter des fils ou torons de nature ou de grosseur différentes. De plus elle peut

fabriquer des pièces sans fin, ce qui est particulièrement commode pour les courroies et les enveloppes de pneus, fabrication à laquelle elle semble être destinée plus spécialement.

Machine à merceriser, système Edlich. — Le *Praktische Maschinen-Konstrukteur*, du 5 mai, décrit une machine à merceriser de construction allemande, destinée à éviter certains inconvénients de l'opération du mercerisage tel qu'il se pratique usuellement.

MÉCANIQUE

Pompes centrifuges de Laval à hautes pressions. — Le *Bulletin de la Société d'Encouragement*, du 30 juin 1904, publie une communication de M. K. SOSNOWSKI, sur les pompes centrifuges de Laval à hautes pressions ainsi que le rapport que M. L. MASSON a fait au sujet de cette communication.

L'auteur rappelle les principaux avantages généraux des pompes centrifuges en ce qui concerne leur économie d'installation, de service et d'entretien, leur simplicité de mise en marche, la facilité de leur surveillance, la douceur et la régularité de leur fonctionnement. Il fait remarquer que, moyennant certaines conditions, ces appareils, que longtemps on avait cru ne devoir se prêter, par action directe, qu'à des pressions limitées ou bien à de faibles élévations, sont, au contraire, capables de donner, sans relais, de bons rendements pour de hauteurs considérables ou de fortes pressions.

M. Sosnowski fait remarquer également que l'emploi d'une grande vitesse de rotation détermine un double avantage au point de vue de l'amélioration des rendements: outre, en effet, que cette grande vitesse, nécessaire à l'augmentation des hauteurs de refoulement, comporte une réduction du diamètre de la pompe proprement dit, la simplification résultant de la commande directe entraîne, elle aussi, une notable diminution des résistances passives. Il cite dans sa communication plusieurs types de groupes élévatoires constitués par des pompes centrifuges à grande vitesse de rotation, accouplées directement avec l'arbre du turbo-moteur.

L'auteur donne aussi quelques détails sur les dispositions de la pompe de Laval à haute pression, capable de refouler l'eau à plus de 100 mètres de hauteur, ainsi que sur la puissance de refoulement et le débit dont elle est susceptible; il indique, en outre, en ayant soin d'en fournir plusieurs exemples descriptifs, dont l'un avec vues et diagramme, les diverses applications auxquelles se prêtent les groupes élévatoires de ce genre: la commande de ces derniers pouvant être également assurée par un électromoteur monté sur le même arbre auxiliaire que la pompe à basse pression.

M. Masson estime toutefois que pour ceux des groupes élévatoires de la Société de Laval qui font appel à de très grandes vitesses de rotation, il est désirable qu'une expérience suffisamment prolongée permette de vérifier que l'application de ces vitesses ne produit pas, d'une part, d'échauffements préjudiciables du mécanisme en fonctionnement, ni, d'autre part, d'érosion ou d'engorgement des conduits distributeurs ou des aubages des pompes, lorsque ces dernières ont à assurer l'aspiration et le refoulement de liquides chargés de sables ou d'autres matières étrangères.

MÉTALLURGIE

Les hauts fourneaux américains à grande production. — Le temps semble passé, en Amérique, de la recherche de productions toujours plus grandes pour les hauts fourneaux à mesure qu'on en construisait de nouveaux. En réalité, il n'y a peut-être qu'un haut fourneau qui ait eu une production journalière moyenne de 500 tonnes, bien que souvent cette production puisse être dépassée, mais sans être régulièrement maintenue. On peut citer une production de 840 tonnes en vingt-quatre heures. Mais aujourd'hui, comme le signale M. Rudolf KUNZ, dans le *Stahl und Eisen*, du 1^{er} juin, les minerais devenant souvent de moindre qualité, on tend à réduire la production aux environs de 400 tonnes.

L'auteur donne le plan schématique d'une installation type comportant deux hauts fourneaux, huit récupérateurs, un bâtiment de chaudières chauffées par les gaz épurés et un bâtiment pour les souffleries. Il signale qu'on a aussi un peu réduit la hauteur des fourneaux et indique les proportions suivies pour les dimensions de la cuve, des étalages et du creuset, la hauteur des tuyères, etc.

M. Kunz décrit sommairement la disposition des tuyères, les installations pour l'évacuation et l'épuration des gaz, la construction de la maçonnerie des fourneaux, qu'on renouvelle généralement au bout de cinq ou six ans, et les halles de coulée; il s'étend ensuite sur la marche de l'exploitation, la température du vent, la fréquence des coulées, les réparations, le personnel et termine en citant la rapidité avec laquelle on a construit un fourneau des E. Thomson Steel Works, qui était prêt à fonctionner 221 jours après l'ordre de commencer les travaux.

La fabrication mécanique des noyaux de fonderie. — L'un des progrès récents de la fonderie les plus appréciables consiste dans l'emploi de procédés mécaniques pour le moulage des pièces quand les formes s'y prêtent, et aussi pour la fabrication des noyaux. Dans ce dernier cas, l'emploi de machines doit à la fois procurer une économie et réduire l'encombrement de l'atelier.

M. Oskar LEYDE décrit, à l'aide de dessins et de photographies, dans la *Zeitschrift des Vereines deutscher Ingenieure*, du 9 juillet, un certain nombre de machines à noyaux, les unes très simples (cylindre dans lequel on fixe un moule où le piston mobile dans le cylindre refoule la matière, sous l'action d'un levier de grande largeur, avec encliquetage); les autres plus perfectionnées, presses hydrauliques ou presses rotatives comprimant le sable de moulage au moyen de palettes hélicoïdales.

PHYSIQUE INDUSTRIELLE

Le combustible sur les chemins de fer russes. — Jusqu'ici, Bakou a été, pour toute la région orientale de l'Europe, la source de pétrole, aussi bien pour l'éclairage que pour le graissage et le chauffage des locomotives russes. On a craint, il est vrai, que ce district pétrolifère ne vienne à s'épuiser, et qu'il soit nécessaire de recourir aux gisements du Caucase : Mailissai, Tschatma, Grosny, Berekei, qui sont situés dans la région de Tiflis et encore peu exploités.

En ce qui concerne les chemins de fer, leur consommation en tourbe, anthracite et briquettes, forte en 1882, a énormément décliné : en 1901, l'anthracite seul était d'un emploi assez important. Par contre, la houille et le pétrole, mais surtout celui-ci, ont vu leur consommation croître énormément de 1882 à 1901. Pour la houille, elle a triplé; pour le pétrole, elle était de 124 000 pouds en 1882; 16 millions 247 000, en 1890, et 95 858 000 pouds, en 1901 (le poud vaut 16^{kg} 38).

La consommation de bois s'est aussi accrue d'un cinquième environ. Le prix de ce bois se retrouve le même en 1901 qu'en 1882; mais pour l'anthracite, il est tombé de 16 à 9 kopeks par poud, tandis que pour le pétrole, il est monté de 4 à 22 kopeks, ce qui modifie considérablement l'économie d'emploi de cette matière.

Quoi qu'il en soit, la répartition des natures de combustibles employés par les chemins de fer russes, d'après la *Zeitung des Vereins deutscher Eisenbahnverwaltungen*, du 30 juillet, a été celle-ci :

ANNÉES	HOUILLE ET DÉRIVÉS	PÉTROLE	BOIS
	%	%	%
En 1882. . . .	53,9	0,2	43,9
En 1890. . . .	49,5	18,9	31,6
En 1895. . . .	42,3	31,1	26,6
En 1901. . . .	46,3	38,9	14,6

Les lignes de la Baltique, du Transcaucasien, de Moscou à Kasan, à Nijni-Novgorod et à Arkhangelsk, de Samara à Orenbourg, du Transasiatique, et quelques autres encore, emploient presque exclusivement le pétrole.

TRAVAUX PUBLICS

Désagrégation d'un sable aurifère aggloméré au moyen d'explosifs. — On rencontre en Californie certains terrains aurifères de remaniement, formés de galets agglomérés par un sable maigre extrêmement résistant. L'ensemble forme un conglomérat facilement attaqué au pic, ce qui est très coûteux, mais difficilement attaqué par les dragues même les plus robustes. Pour faire donner à cette dernière méthode d'exploitation toute l'écono-

mie qu'elle comporte, on commence d'abord par désagréger le terrain au moyen de coups de mines. Cette méthode est indiquée par M. Olivier B. FINN, dans l'*Engineering and Mining*, du 7 juillet.

Elle consiste à forer des trous verticaux dans toute l'épaisseur de la couche exploitable (soit 9 mètres) jusqu'au roc et à faire exploser successivement dans chacun d'eux une charge de 15 kilogr. de dynamite à 80 %. Les trous de mines sont placés en quinconce à 15 mètres l'un de l'autre. Il ne se produit à proprement parler aucune dislocation du terrain, lequel conserve son aspect; l'explosion produit seulement le décollement des galets d'avec la masse, sans évidemment au voisinage de la charge.

Il convient de ne pas percer la première rangée de trous à moins de 6 mètres du front d'attaque de la drague pour éviter les infiltrations pendant le forage. Dans la suite l'eau pénètre par infiltration autour des galets et contribue à rendre l'attaque par la drague plus facile.

Cette méthode expéditive et économique a l'avantage de constituer en même temps un travail de recherche, car en recueillant les matériaux extraits des trous de mines et en y déterminant la teneur en or, ceux-ci servent de sondages et permettent de déterminer à quelle profondeur il convient d'aller chercher la couche payante.

Barrage de la Chattahoochee près d'Atlanta (États-Unis). — Ce barrage, décrit dans l'*Engineering News*, du 7 juillet, est un exemple de barrage d'assez grandes dimensions construit en béton avec de grosses pierres noyées dans la masse, genre de construction que les Américains tendent de plus en plus à employer pour des ouvrages analogues.

Quand il s'agit de gros massifs de maçonnerie s'étendant sur une grande longueur, la substitution dans le béton ordinaire d'une très forte proportion de grosses pierres brutes au sable, gravier ou pierre cassée, permet de réaliser une économie considérable de temps et d'argent. Pour donner la sécurité et l'étanchéité nécessaires, le travail doit être fait avec soin.

Le barrage en question est destiné à utiliser les eaux de la Chattahoochee à la production de force motrice électrique pour la ville d'Atlanta située à 27 kilom. de là. Il a 16 mètres de hauteur, une longueur totale de 264 mètres avec un déversoir de 204 mètres.

Ouvrages récemment parus.

La Montagne à travers les âges, par John GRAND-CARTERET. — Deux beaux volumes in-4° : tome I, 586 pages et 307 illustrations; tome II, 500 pages et 350 illustrations. — C. Dumas (librairie d'alphinoise, à Grenoble) et F. Ducloz (librairie savoyarde, à Montiers), éditeurs. — Prix : broché, 50 francs.

C'est au point de vue de la place tenue par elle dans l'histoire de l'humanité que l'auteur de cet important ouvrage a étudié la montagne et non au point de vue de ses formes extérieures ou de ses révolutions physiques. C'est l'histoire de ce qu'ont pensé les sociétés anciennes et les sociétés présentes de ces rides du sol, de ces excroissances de l'épiderme terrestre.

Le premier volume, consacré à l'étude de la montagne : *Des temps antiques à la fin du XVIII^e siècle*, est divisé en dix chapitres ayant les titres suivants :

I, La montagne dans l'antiquité; II, Rôle et physiologie de la montagne dans la société féodale; III, Traverseurs et ascensionnistes au moyen âge; IV, La montagne de la fiction au moyen âge : légendes, superstitions, croyances; V, La montagne découverte, célébrée, portraituree à partir de la Renaissance; VI, La conquête de la montagne au XVI^e siècle; VII, La réaction ouverte contre la montagne au XVII^e siècle; VIII, La montagne glorifiée entrant dans l'intellect de la société au XVIII^e siècle; IX, La montagne devant l'art et les artistes au XVIII^e siècle; X, La conquête de la montagne du XVIII^e siècle par les excursionnistes et les savants.

Le deuxième volume a pour sous-titre : *La Montagne d'aujourd'hui* et comprend onze chapitres ayant pour titres :

I, La montagne dans la pensée littéraire du XIX^e siècle; II, La montagne dans l'estampe et l'imagerie du XIX^e siècle; III, Nouvelles routes alpêtres et excursionnistes au commencement du XIX^e siècle; IV, Le romantisme devant la montagne : Mont-Blanc et Pyrénées; V, Le développement de l'alpinisme; VI, L'alpinisme devenant une des caractéristiques

de la société moderne; VII, La montagne mise en exploitation; VIII, La montagne et la caricature; IX, La montagne XX^e siècle; X, La montagne dans la publicité commerciale; XI, La montagne militaire. — Son rôle dans l'histoire de l'humanité.

Ainsi qu'on peut en juger par les titres des chapitres, cet intéressant ouvrage, rendu particulièrement attrayant par le nombre et le choix des illustrations, intéressera vivement les touristes et tous ceux qui sont passionnés pour les beautés de la nature.

De la Législation française sur les brevets d'invention, par CH. THIRION, Ingénieur des Arts et Manufactures, et J. BONNET, docteur en droit, Ingénieur des Arts et Manufactures, tous deux conseils en matière de propriété industrielle. — Un volume, grand in-8° de 220 pages. — Belin et C^{ie}, éditeurs, Paris, 1904. — Prix : 3 fr. 50.

Ce livre est un traité à la fois théorique et pratique de la législation française sur les brevets d'invention dans son état actuel.

Les auteurs, sous une forme condensée, exposent, en la commentant, la loi qui régit la matière. Des exemples nombreux puisés dans l'abondante jurisprudence accumulée depuis soixante ans et choisis soigneusement parmi les plus topiques, les plus simples et les plus faciles à saisir, viennent corroborer et préciser les formules abstraites des textes.

Cet ouvrage pourra être d'une grande utilité aux inventeurs, aux industriels et aux commerçants qui ont besoin de connaître les conditions de la protection légale des inventions et qui abordent cette étude sans une préparation juridique.

De l'Accaparement : la concentration industrielle en France, par Francis LAUR, ancien député. — Un volume in-8° de 500 pages. — Société des publications scientifiques industrielles, Paris, 1904. — Prix : 7 fr. 50.

Ce volume fait suite à celui qui a été publié par le même auteur sur les *cartels en Allemagne*. De même que le précédent il contient une lettre-préface de M. J. Méline dans laquelle l'ancien ministre expose ce qu'il conviendrait de faire, à son avis, sous le rapport des groupements industriels dans notre pays.

Dans cet ouvrage M. Laur étudie successivement six formes de concentration industrielle française :

- 1° Ce qu'il appelle le « trust modèle » c'est-à-dire l'entente des six grandes Compagnies de chemins de fer;
- 2° Le « Comptoir de Longwy », fondé il y a vingt-six ans et qui est la forme de concentration française qui se rapproche le plus de la forme allemande;
- 3° Les « monopoles et ententes de Saint-Gobain » c'est-à-dire la conservation, la transformation et l'extension du monopole primitif;
- 4° Le « Syndicat démocratique des sauniers de l'Ouest », liant les intérêts de 4 000 petits propriétaires et de leurs ouvriers;
- 5° Le « Syndicat occulte des Compagnies d'assurances contre l'incendie »;
- 6° Enfin, le « trust limité », société anonyme de sociétés dont l'exemple est donné par la firme « La Soie » résultant de l'agglomération de dix-sept établissements similaires.

Note sur un tracé géométrique des paraboles cubiques et ses applications aux lignes d'influence dans les poutres continues, par M. Farid BOULAD, Ingénieur attaché au bureau des ponts des Chemins de fer de l'État égyptien. — Une brochure in-8° de 24 pages. — Bernard, éditeur, Paris, 1904. — Prix : 3 francs.

L'auteur étudie successivement, dans cette note qui a été publiée par les *Annales des Ponts et Chaussées*, le tracé géométrique des paraboles cubiques, les propriétés géométriques de cette famille de courbes, et leurs applications aux lignes d'influence dans les poutres droites à travées continues et à section constante (ligne d'influence des moments fléchissants comprise dans une travée et relative aux appuis de celle-ci, ou relative à une section quelconque de cette même travée, etc.).

Le Gérant : H. AVOIRON.

LE GÉNIE CIVIL

REVUE GÉNÉRALE HEBDOMADAIRE DES INDUSTRIES FRANÇAISES ET ÉTRANGÈRES

Prix de l'abonnement par an. — Paris : 36 francs; — Départements : 38 francs; — Étranger et Colonies : 45 francs. — Le numéro : 1 franc.

Administration et Rédaction : 6, rue de la Chaussée-d'Antin, Paris.

SOMMAIRE. — **Mécanique** : Le funiculaire de la Bourboule (Puy-de-Dôme) (*planche XXI*), p. 321; A. DUMAS. — **Physique industrielle** : L'humidification des locaux de l'industrie textile, p. 325; Paul RAZOUS. — **Métallurgie** : Recherches sur les aciers au titane et à l'étain, p. 327; Léon GUILLET. — **Électricité** : Expériences sur les courants continus à haute tension, p. 329. — **Jurisprudence** : La responsabilité des accidents du travail dans les entreprises de transports, p. 331; Louis RACHOU. — **Variétés** : Passe-

relle mobile du port de Douvres, p. 332; — Emploi des chutes d'eau à la production de l'électricité, p. 332; — Emploi du sulfate de cuivre pour la destruction des algues dans les réservoirs d'eau potable, p. 332; — Ensa-

cheurs automatiques, p. 333. **SOCIÉTÉS SAVANTES ET INDUSTRIELLES** : Académie des Sciences (5 septembre 1904), p. 334. — **BIBLIOGRAPHIE** : Revue des principales publications techniques, p. 334; — Ouvrages récemment parus, p. 336.

Planche XXI : Voiture du funiculaire de la Bourboule.

MÉCANIQUE

LE FUNICULAIRE DE LA BOURBOULE (PUY-DE-DÔME)

(*Planche XXI.*)

Située au cœur de l'Auvergne, à 850 mètres d'altitude, la petite ville de la Bourboule, qui n'était qu'un très modeste hameau, il y a à peine une trentaine d'années, est maintenant une des stations thermales les plus fréquentées. Elle doit son rapide développement non seulement à l'efficacité de ses eaux, à la fois chlorurées, sodiques bicarbonatées et arsenicales, mais aussi à la salubrité de son climat qui en fait un séjour d'été très agréable.

Les installations modernes les plus perfectionnées assurent d'ailleurs aux visiteurs tout le confort désirable et depuis déjà plus de huit ans la ville est éclairée à l'électricité. Dès 1894, en effet, M. Claret obtenait l'autorisation de construire sur la Dordogne, un peu en aval de la Bourboule, un barrage (*fig. 2*) créant une chute d'environ 18 mètres de hauteur et deux ans après cette chute fournissait l'énergie nécessaire à une distribution alimentant un réseau de lampes et un assez grand nombre d'ascenseurs électriques.

Le débit de la Dordogne, qui à la Bourboule n'est encore qu'un simple ruisseau, descend à 900 litres par seconde, en été, précisément à l'époque

où la consommation d'électricité est la plus grande. Ce débit d'étiage serait insuffisant pour faire face aux besoins si le lac créé par le barrage, dont la surface est de 48 000 mètres carrés, ne fournissait une réserve d'eau à laquelle on peut faire appel à certaines heures. A cet effet, les orifices des deux tuyaux alimentant les turbines sont placés un peu au-dessous de la retenue de façon que le plan d'eau puisse s'abaisser de 1^m 15, ce qui donne une réserve utilisable de 53 000 mètres cubes capable de fournir, sous la chute moyenne de 18 mètres, 900 chevaux-heure.

Comme on le voit sur la figure 2, l'usine est placée dans le lit même de la rivière, immédiatement en aval du barrage; elle comprend deux turbines de 150 chevaux actionnant chacune une dynamo à courant continu; l'espace nécessaire a été réservé pour l'établissement d'un troisième groupe électrogène.

Depuis deux ans, le constructeur du barrage, M. Claret, a livré à l'exploitation un funiculaire destiné à transporter les baigneurs et les touristes au plateau de Charlanne, situé à environ 300 mètres au-dessus de la ville et qui constitue une charmante promenade. Ce funiculaire, construit par la Compagnie de Fives-Lille, présente quelques particularités nouvelles et il nous paraît intéressant d'en donner ici la description.

Plan et profil en long. — Partant de la cote 877^m 57, le funiculaire franchit une hauteur verticale de 252^m 96 pour aboutir à la cote 1130^m 53, en parcourant une distance horizontale de 519^m 02, ce qui lui



FIG. 1. — FUNICULAIRE DE LA BOURBOULE : Vue de la partie inférieure.

donne une pente moyenne de 49 %. Comme on le voit sur les figures 3 et 4, cette pente est loin d'être uniforme; très forte aux deux extrémités où elle atteint 59 et même 62 %, elle est beaucoup plus faible vers le milieu, à tel point que cette grande différence dans l'inclinaison a nécessité des dispositions toutes spéciales.

Le profil très irrégulier du versant de la montagne contre lequel



FIG. 2. — Vue du barrage et de l'usine électrique de la Bourboule.

est appliqué le funiculaire ne permettait pas, sans recourir à des terrassements considérables, d'établir un profil en long satisfaisant, c'est-à-dire tel que le câble tracteur reposât constamment de lui-même sur les galets de roulement. On sait qu'un pareil profil, non seulement ne doit pas faire de saillie sur la ligne droite joignant les deux stations extrêmes, comme cela aurait lieu avec celui de la figure 3, mais

partie inférieure, mais suivant une parallèle espacée de 3 mètres. Les voitures, au nombre de deux, sont attachées aux extrémités d'un même câble s'enroulant sur une poulie de suspension placée à la partie supérieure; elles quittent simultanément les deux stations extrêmes du funiculaire et cheminent en sens inverse l'une de l'autre jusqu'à une station intermédiaire située à mi-distance. A cette station, les voyageurs passent d'une voiture dans l'autre, et ces dernières reprennent leur marche en sens inverse. Chacune d'elles ne fait donc que la moitié du trajet.

Cette disposition, simple et économique, a permis, malgré l'irrégularité de la pente du terrain naturel et le peu d'importance des terrassements exécutés, d'équilibrer par la variation des déclivités le poids du câble au fur et à mesure de son déplacement. De plus, le profil de la voie inférieure a été déduit de celui de la voie supérieure de telle manière que le système mobile est théoriquement en équilibre quelle que soit la position des voitures.

Cette solution a, évidemment, l'inconvénient d'obliger les voyageurs à changer de voiture à mi-chemin, mais, dans le cas présent, personne ne songe à se plaindre de l'arrêt qui en résulte, car de la station intermédiaire on jouit d'un coup d'œil ravissant sur la ville de la Bourboule et la vallée de la Dordogne (fig. 6, 9 et 10). On remarquera, d'ailleurs, que cette disposition a l'avantage de supprimer la voie d'évitement, généralement employée dans les funiculaires et dont l'adoption nécessite l'emploi d'une deuxième crémaillère et augmente la fatigue du câble.

Le mouvement est produit par un poids moteur constitué par un certain volume d'eau introduit tour à tour dans une caisse étanche disposée sous le plancher de chaque voiture. Cette eau est fournie par les sources de la montagne et elle est distribuée aux voitures par des robinets, après avoir été emmagasinée par des réservoirs situés, l'un à la station supérieure et l'autre à la station intermédiaire.

La voie ferrée sur laquelle circulent les véhicules est constituée par des traverses formées par des cornières en partie noyées dans la maçonnerie et portant des rails Vignole de 25 kilogr. par mètre courant.

Ces rails ne sont pas éclissés entre eux, mais assemblés, entre les

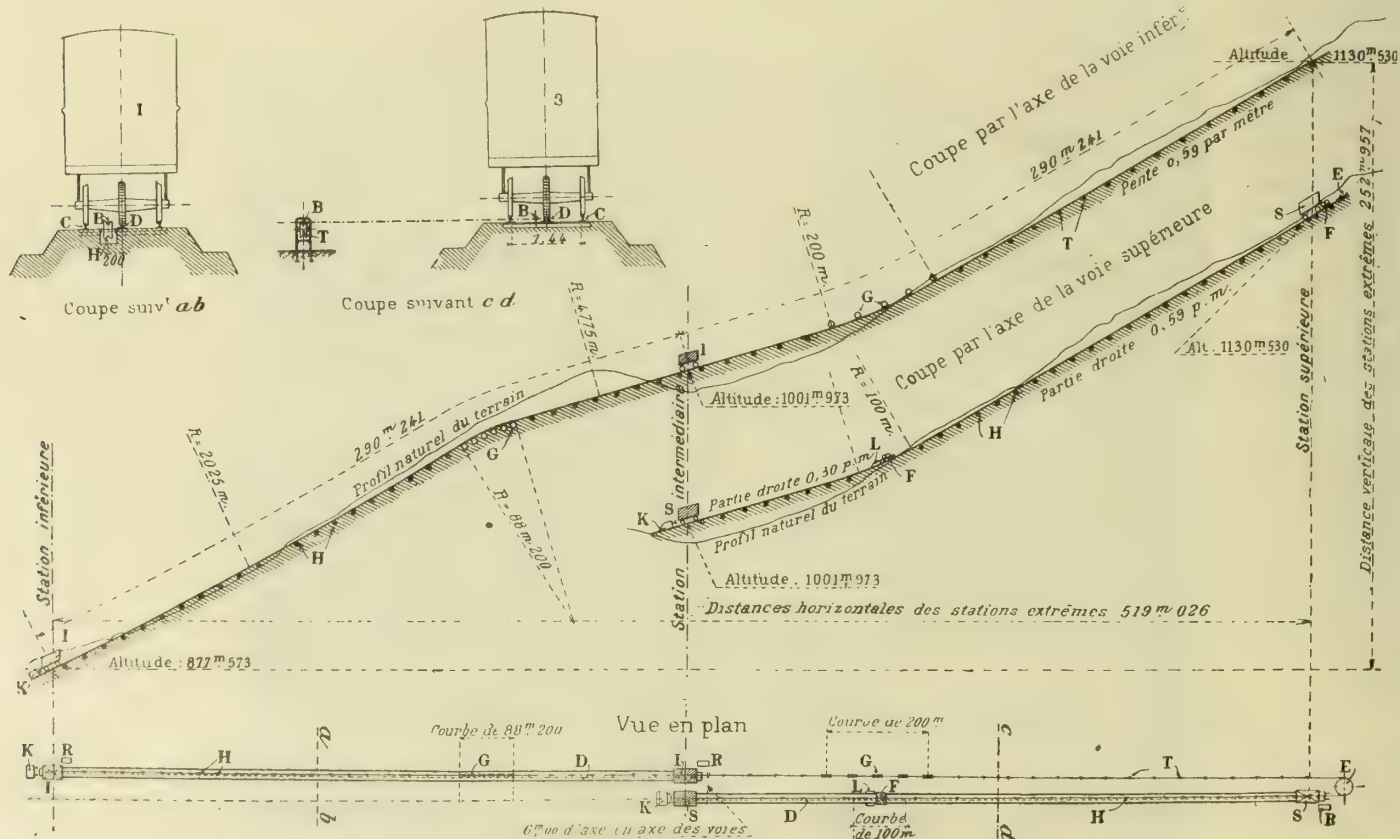


FIG. 3, 4 et 5. — Profil en long, plan et coupes transversales de la voie du funiculaire de la Bourboulle.

— I, véhicule supérieur; — I', véhicule inférieur; — B, câble; — C, rails; — D, crémaillère de sûreté; — E, poulie de suspension; — F, chariot à poulies d'inflexion du câble; — G, poulies d'inflexion du câble; — H, poulies porteuses du câble sur la voie; — T, poulies porteuses du câble hors de la voie; — K, tampons des véhicules; — L, lampes du chariot I; — R, réservoirs d'alimentation des caisses à eau en charge sur les véhicules.

encore qu'il doit être tracé suivant une parabole dont la concavité est tournée vers le haut.

Pour éviter la dépense à laquelle aurait donné lieu l'établissement d'un tel profil, voici la solution à laquelle on s'est arrêté et qui a permis de réduire beaucoup les frais de premier établissement.

La voie ferrée, comportant deux rails à écartement de 1^m44 et une crémaillère centrale de sûreté, est divisée en deux longueurs égales et la partie supérieure est placée, non dans le prolongement de la

traverse, par des couvre-joints de même profil, auxquels ils sont boulonnés patin contre patin. Cette suppression des éclisses a été faite afin de ne produire aucune saillie sur l'âme du rail, de manière à pouvoir agraffer les véhicules sur le champignon comme on le voit sur les figures 1 et 2 (pl. XXI). Cette disposition a paru nécessaire pour écarter tout danger de basculement, sous l'action des freins, sur des pentes atteignant 62 %.

La crémaillère est du système Abt, c'est-à-dire constituée par des

VOITURE DU FUNICULAIRE DE LA BOURBOULE

Fig.2. Coupe suivant XY

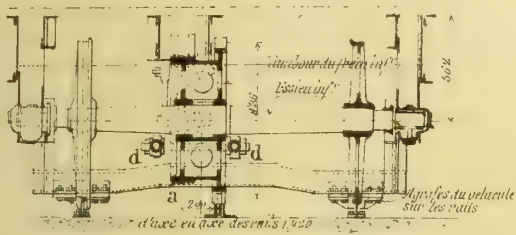


Fig. 1. Coupe longitudinale
de la voiture supérieure

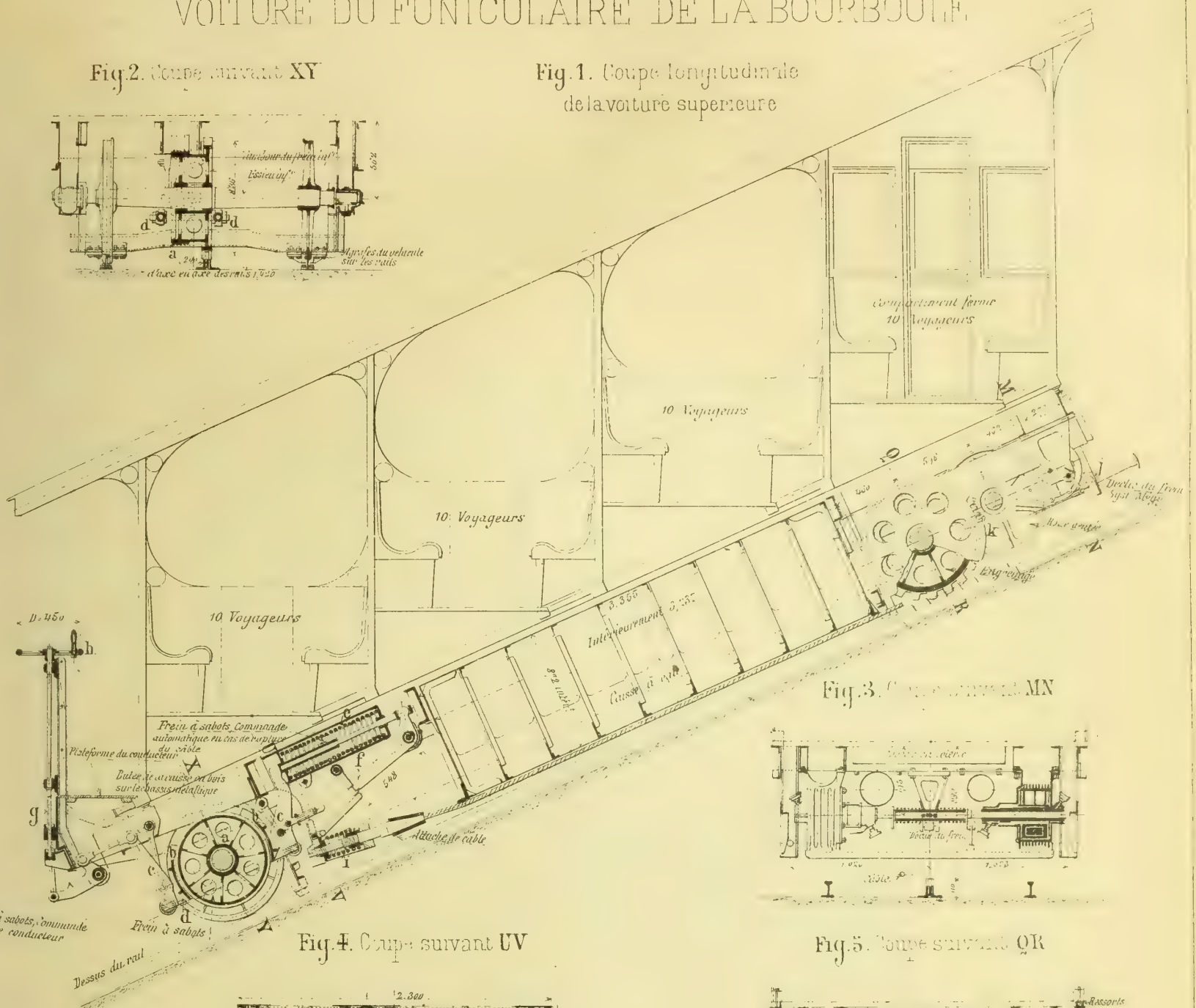


Fig.4. Coupe servant UV

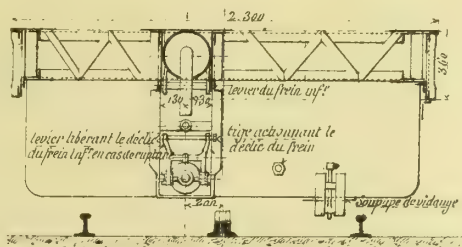


Fig. 3. $\Gamma_{\text{max}} = 0.00013$ MN

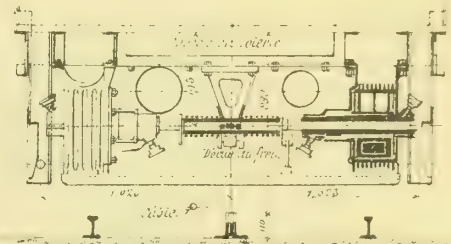


Fig.5. Cu^{2+} sorption on QK

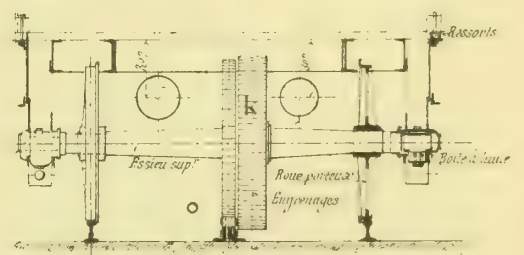
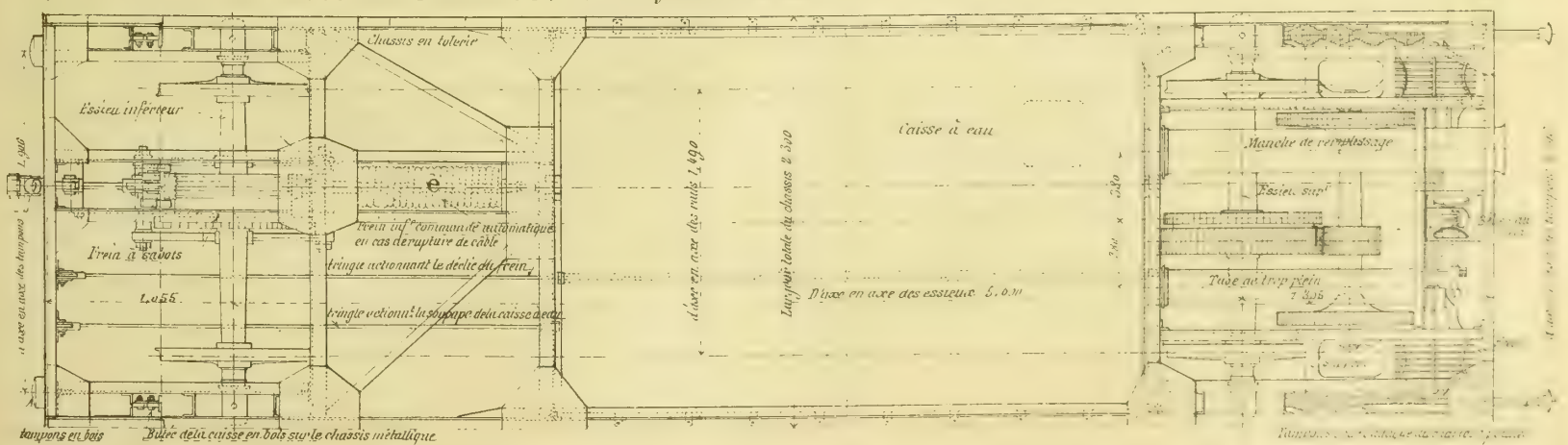


Fig.6. Plan

Longueur totale du chassis = 8,050



cornières et des plats laminés, assemblés par rivets et boulons; la denture est taillée.

Le câble de suspension des deux véhicules est en fil d'acier de grande résistance, avec âme en chanvre. Il a 38 millimètres de diamètre, et pèse 5^{kg} 100 par mètre courant; il est capable de supporter sans se rompre un poids de plus de 80 000 kilogrammes.

Ce câble est porté ou guidé sur tout son parcours par des poulies légères en fonte douce à gorge tournée.

La poulie de suspension, composée d'aciers profilés avec moyeu en acier coulé et jante garnie de bois dur, a 4 mètres de diamètre. Son axe est perpendiculaire à la partie supérieure de la voie, de sorte qu'elle a elle-même, comme cette dernière, une inclinaison sur l'horizontale de 59 %.

Abstraction faite de la charge d'eau motrice, le système mobile comprend : les deux véhicules, pesant uniformément 2 800 kilogr.

(cette charge étant rendue constante, quel que soit le nombre des voyageurs, au moyen d'une certaine quantité d'eau); le câble, et un chariot à poulies d'inflexion qui est une des particularités du système, et dont nous allons expliquer le fonctionnement.

Ce chariot roule seulement sur la partie de la voie supérieure inclinée à 59 %, au-dessus de laquelle il ne peut se soulever, étant maintenu au moyen de griffes passant avec faible jeu sous les champignons des rails. Il est destiné :

1° A empêcher le câble de se soulever au-dessus de la voie dans la partie concave de celle-ci (fig. 3), lorsque le véhicule supérieur se trouve au-dessous de cette partie concave;

2° A augmenter le poids de la voiture supérieure, sur laquelle il s'appuie, c'est-à-dire à contribuer à l'équilibrage du système en mouvement. Cette augmentation de poids a permis de ne pas dépasser, pour la partie supérieure de la voie, la pente de 59 %, qui est la plus avantageuse au point de vue des travaux de remblai à faire en cet endroit.

Les figures 7 à 10 montrent le fonctionnement de ce chariot. La figure 7 représente le chariot en attente sur les deux tampons de la voie et la figure 8 le véhicule supérieur cheminant avec le chariot sur la pente de 59 %; la figure 9 montre le chariot en contact avec deux tampons fixes de la voie, et sur le point de quitter la voiture si elle descend, ou d'être repris par elle si elle monte; enfin la figure 10 montre le véhicule supérieur cheminant sur la pente de 30 %, le chariot étant arrêté sur les tampons fixes de la voie.

Le véhicule supérieur (fig. 1 à 6, pl. XXI) est muni de tampons élastiques, afin que, dans sa course ascendante, il puisse aborder le chariot sans ralentissement et sans que les voyageurs ne ressentent de choc.

Des tampons de butée sont disposés à la partie inférieure de chacune des voies, pour absorber la puissance vive du système mobile, dans le cas où les conducteurs n'agiraient pas en temps utile pour l'arrêter.

VOITURES. — Les voitures (fig. 1 à 6, pl. XXI) peuvent contenir chacune quarante voyageurs, ce qui, à 70 kilogr. par personne, correspond au poids de 2 800 kilogr. Les bancs sont disposés en gradins, comme à l'ordinaire.

Le poste du conducteur, placé à la partie inférieure de la voiture (fig. 1, pl. XXI), comprend les organes de manœuvre des freins ainsi qu'un tube de niveau d'eau gradué, en communication avec la caisse à eau, permettant au conducteur d'introduire dans cette caisse une quantité d'eau en rapport avec le nombre des voyageurs, afin que, abstraction faite du poids moteur, la charge de chaque véhicule, voyageurs ou eau, soit constante et égale à 2 800 kilogrammes.

Freins. — Chaque voiture est munie de deux freins à friction, un sur chaque essieu, complètement indépendants l'un de l'autre et prenant leurs points d'appui sur la crémaillère de sûreté par l'intermédiaire de roues dentées calées sur les essieux.

Le frein agissant sur l'essieu inférieur comprend une roue à gorges *a* (fig. 1 et 2, pl. XXI) venue de fonte avec la roue dentée de la crémaillère, embrassée par deux sabots *b* articulés sur deux leviers *c* réunis par des bielles d'accouplement *d*.

L'extrémité de l'un de ces leviers s'appuie contre un puissant ressort *e* maintenu armé par un système à déclic *f*. L'autre levier est disposé pour être commandé par une vis *g* non réversible actionnée par un volant de manœuvre *h* permettant au conducteur de la voiture descendante de régulariser la vitesse des véhicules ou même de les immobiliser complètement.

Un indicateur de vitesse à cadran indique à chaque instant au conducteur la vitesse pour chaque voiture.

Dans le cas où le câble viendrait à se rompre, le déclic *f* mentionné ci-dessus serait libéré instantanément par l'action d'un ressort *i* que la tension de ce câble comprimait et le serrage automatique des sabots de frein produirait l'arrêt immédiat des voitures.

Le deuxième frein est formé de deux boîtes *j*, système Mégy, commandées par l'essieu supérieur des voitures au moyen d'engrenages multiplicateurs de vitesse *k*. Une roue dentée, calée sur cet essieu, engreène avec la crémaillère de sûreté de la voie.

Ces boîtes de frein, dans le détail desquelles nous n'entrerons pas, sont réglées de telle manière que le freinage par friction de cuir sur fonte à l'intérieur des boîtes ne se produise que lorsque la vitesse des voitures atteint 1^m 150 par seconde. Le frein supérieur servirait donc de limiteur automatique de vitesse en cas d'inattention du conducteur.

Enfin, ce même frein peut être actionné par le conducteur pour arrêter le funiculaire au moyen d'un levier libérant un ressort qui, en se détendant, pousse deux aiguilles à l'intérieur des deux boîtes et provoque, par leur avancement, un serrage énergique des freins système Mégy.



FIG. 6. — FUNICULAIRE DE LA BOURBOULE : Vue prise de la station intermédiaire.

ESSAIS. — Avant d'être mis en exploitation le funiculaire de la Bourboule a été soumis aux épreuves suivantes :

a) Essai du frein automatique fonctionnant en cas de rupture du câble.
— Pour effectuer les essais des freins, chaque voiture, chargée de

automatique fonctionnant par rupture du câble ayant été condamné, chaque voiture a été amarrée, comme pour l'essai a, avec un câble en chanvre remplaçant le câble en acier.

Ce câble ayant été coupé, la voiture a parcouru environ 15 mètres



FIG. 7. — Chiot abandonné sur les tampons de la voie.

6 mètres cubes d'eau et de 3 500 kilogr. de sable, c'est-à-dire portant une surcharge de 4 700 kilogr., a été élevée sur la voie inférieure (pente 50 ‰) à 40 mètres au-dessus de la station inférieure et amar-



FIG. 8. — Chiot cheminant avec le véhicule supérieur.

à la vitesse de 1^m 25, étant maintenue par les freins système Mégy. Le conducteur ayant serré le frein à main, la voiture s'est arrêtée.

c) Essai du frein limiteur de vitesse agissant comme frein d'arrêt. —



FIG. 9. — Chiot sur le point de quitter ou d'être pris par le véhicule.

rée à un câble en chanvre remplaçant le câble en acier du funiculaire.

Ce câble ayant été rompu d'un coup de hache, la voiture s'est arrêtée après avoir descendu de quelques centimètres seulement.

b) Essai du frein à main et du frein limiteur de vitesse. — Le frein



FIG. 10. — Chiot abandonné par le véhicule qui continue à descendre.

La voiture ayant été abandonnée à la pesanteur sur la voie, comme il est dit ci-dessus, le frein à main étant desserré, le frein limiteur de vitesse a été bloqué par le conducteur manœuvrant un levier. La voiture s'est arrêtée après un très faible parcours.

d) *Essai d'endurance du frein limiteur de vitesse.* — Pour effectuer l'essai d'endurance du frein limiteur de vitesse, les voitures, attachées aux extrémités du câble en acier du funiculaire, ont été placées aux stations extrêmes, la voiture inférieure étant vide et ses freins desserrés; la voiture supérieure étant chargée de 6 mètres cubes d'eau et de 3 500 kilogr. de sable, le frein à main de cette dernière voiture a été desserré.

Le système mobile du funiculaire a accompli une course complète à la vitesse de 1^m25, étant retenu seulement par les freins limiteurs de vitesse.

Essais des tampons de choc d'arrêt du funiculaire. — Le funiculaire étant en marche à sa vitesse normale de 1^m40, les freins à main étant complètement desserrés, la voiture descendante est venue heurter sans choc nuisible, les tampons d'arrêt à fin de course.

Ces essais sont évidemment suffisants pour montrer que le funiculaire de la Bourboule présente toutes les garanties de sécurité désirables.

Depuis le 1^{er} août dernier un tramway électrique réunit la station inférieure de ce funiculaire au casino des Thermes en franchissant une distance de 470 mètres et une hauteur verticale de 27 mètres. Cette ligne ayant des rampes de 92 millimètres et de 120 millimètres par mètre, on a eu recours à un système de voitures spéciales qui peuvent monter ces rampes, même en traînant une remorque, sans l'aide d'une crémaillère. L'adhérence nécessaire est obtenue au moyen de roues horizontales s'appuyant sur un rail central et disposées d'une façon fort ingénieuse.

Nous décrirons prochainement ce mécanisme qui a été imaginé par M. Hanscotte, Ingénieur à la Compagnie de Fives-Lille, et qui est actuellement l'objet d'essais très intéressants.

A. DUMAS,

Ingénieur des Arts et Manufactures.

PHYSIQUE INDUSTRIELLE

L'HUMIDIFICATION DES LOCAUX DE L'INDUSTRIE TEXTILE

A la suite de notre description parue dans le *Génie Civil* (1), de divers systèmes d'humidificateurs des ateliers de l'industrie textile, plusieurs filateurs et tisseurs nous ont demandé quel système d'humidification leur permettrait de réaliser une ventilation continue, avec laquelle on soit entièrement maître des conditions de température et d'humidité de l'air, de manière à satisfaire aux conditions d'un bon travail et aux exigences de l'hygiène.

Cet embarras des industriels s'explique par le grand nombre de systèmes essayés par eux sans aboutir à la résolution du problème de la ventilation combinée avec l'humidification et le rafraîchissement. Aussi croyons-nous utile de traiter la question d'humidification et de ventilation des ateliers textiles à un point de vue général, en laissant de côté les dispositions de détail, variables suivant les bâtiments et aussi suivant les matières travaillées.

Nous supposons seulement que le système réalisé répond aux conclusions adoptées par le Congrès de Rouen, dans sa séance de clôture, conclusions dont voici une partie :

Le Congrès préconise le traitement préalable de l'air qui doit servir à la ventilation, avec sa distribution par canalisation dans l'atelier, ce principe permettant d'effectuer la répartition uniforme de la ventilation, de la température et de l'état hygrométrique. Ce traitement préalable devra réaliser les conditions nécessaires de chauffage en hiver et de rafraîchissement en été; les installations, tout en opérant une ventilation convenable, devront assurer dans les salles d'usines une régularité suffisante de la température et de l'état hygrométrique, réglables à volonté suivant les besoins de chacun.

De pareilles installations peuvent comprendre :

1° Des ventilateurs qui refoulent l'air extérieur dans les conduites principales où cet air est réchauffé ou refroidi;

2° Des pulvérisateurs à eau qui humidifient l'air à la sortie du ventilateur;

3° Des branchements de distribution alimentés par les conduites principales et percés d'orifices convenablement espacés de façon à distribuer l'air traité dans l'atelier.

Quelquefois les ventilateurs sont supprimés et l'appareil comprend, comme organe de ventilation, des pulvérisateurs à eau sous pression qui peuvent fonctionner avec de l'eau chaude ou de l'eau froide de façon à réchauffer ou à refroidir l'air selon les besoins. Cette disposition est réalisée dans les appareils d'humidification de M. Bontemps où, avec un débit de 700 litres d'eau à la pression de 10 kilogr, ce qui

nécessite une pompe de quatre dixièmes de cheval environ, on obtient avec les conditions de température et d'état hygrométrique demandées, un renouvellement d'air pouvant atteindre 5 000 mètres cubes à l'heure.

Nous nous proposons de démontrer d'abord que, grâce au traitement de l'air extérieur dans la conduite et au renouvellement fréquent de l'air, on pourra déterminer par le calcul les diverses données du problème en vue de réaliser dans l'atelier les conditions de température T et d'état hygrométrique E permettant d'obtenir le rendement maximum, tout en assurant en même temps le bien-être des ouvriers.

Dans ce but désignons par :

t , la température extérieure;

$e = \frac{f_t}{F_t}$, l'état hygrométrique extérieur (f_t étant la tension de la vapeur d'eau

à la température t et F_t la tension maximum à la même température);

V , le volume de l'atelier en mètres cubes;

k , le nombre de renouvellements par heure du cube d'air;

N , la force dépensée exprimée en chevaux-vapeur;

n , le nombre d'ouvriers occupés;

Q , le poids en kilogrammes de l'eau pulvérisée sous une pression de p kilogrammes;

θ , la température de cette eau au moment où elle sort du pulvérisateur;

$\theta + x$, la température qu'elle prend au contact de l'air, x pouvant être positif ou négatif;

q , le poids de cette eau qui se vaporise;

ε , le poids, par mètre cube d'air introduit, de l'eau qui prend en se pulvérisant un état vésiculaire.

Les kV mètres cubes d'air extérieur passent dans l'appareil en une heure et fournissent à q kilogrammes d'eau à θ degrés la chaleur nécessaire pour se vaporiser à $(\theta + x)$ degrés, c'est-à-dire

$$q [606,5 - 0,695 (\theta + x)].$$

Ils fournissent aussi à Q kilogrammes d'eau à θ degrés, la chaleur nécessaire pour prendre ladite température de $\theta + x$, soit

$$Qx.$$

En tenant compte de la chaleur produite par la destruction de force vive de l'eau comprimée à p kilogrammes, qui est égale à :

$$\frac{Qp \times 10}{423}$$

on a une première équation

$$Qx + q [606,5 - 0,695 (\theta + x)] = \left[\frac{kV \times 1,293}{1 + \alpha (\theta + x)} \times 0,24 (t - \theta - x) \right] + \frac{Qp \times 10}{423} \quad [1]$$

0,24 calorie étant la chaleur spécifique de l'air.

La quantité q d'eau vaporisée est la différence entre le poids de la vapeur d'eau contenue : d'une part dans les kV mètres cubes d'air à la température t , d'état hygrométrique $e = \frac{f_t}{F_t}$; d'autre part dans les kV mètres cubes d'air saturé à la température $\theta + x$. On a donc

$$q = \frac{kV \times 1,293 \times 0,622}{760} \left[\frac{F_{\theta+x}}{1 + \alpha (\theta + x)} - \frac{e F_t}{1 + \alpha t} \right] \quad [2]$$

0,622 étant la densité de la vapeur d'eau et α le coefficient de dilatation de l'air.

Le poids π de vapeur d'eau et d'eau vésiculaire contenue dans les kV mètres cubes d'air saturé à la température $\theta + x$ se répand en une heure dans l'atelier où doit régner la température T et l'état hygrométrique E.

On aura donc l'égalité

$$\begin{aligned} \pi &= kV \times 1,293 \times 0,622 \times \frac{1}{1 + \alpha (\theta + x)} \times \frac{F_{\theta+x}}{760} + kV \varepsilon \\ &= kV \times 1,293 \times 0,622 \times \frac{1}{1 + \alpha t} \times \frac{E F_r}{760} \end{aligned}$$

$$\text{d'où} \quad \frac{F_{\theta+x}}{1 + \alpha (\theta + x)} = \frac{E F_r}{1 + \alpha t} - \frac{\varepsilon \times 760}{1,293 \times 0,622 \times 1.000} \quad 3$$

Enfin nous obtiendrons une quatrième équation en écrivant que la chaleur gagnée par l'atelier en une heure par le fait de la dépense d'énergie, du nombre d'ouvriers et des radiations solaires (déduction faite des pertes par rayonnement et par conductibilité), est absorbée par le renouvellement de l'air et par la vaporisation à la température T de l'eau vésiculaire.

Chaque cheval-heure dépensé donne lieu à un dégagement de :

$$\frac{75 \times 60 \times 60}{423} = 635 \text{ calories.}$$

Une personne de 65 kilogr. dégage environ 170 calories par heure et produit 61 grammes d'eau qui reprennent $61 \times 0,618 = 37,7$ calo-

(1) Voir le *Génie Civil*, t. XLIV, n° 24, p. 380, et n° 25, p. 389.

ries pour se vaporiser à 20 degrés, de sorte que la chaleur dégagée par cette personne est de :

$$170 - 37,7 = 133 \text{ calories.}$$

Le calcul de la chaleur solaire peut se faire pour chaque atelier en projetant le bâtiment sur un plan perpendiculaire aux rayons du soleil, ce qui donne la surface normalement insolée, et en adoptant par hypothèse une température voisine de 50 degrés pour cette surface, d'où un calcul très simple de transmission de chaleur à l'intérieur. La chaleur solaire est souvent considérable, surtout pour les ateliers à rez-de-chaussée, et il est indispensable d'en tenir compte. Appelons S le nombre de calories trouvé.

La chaleur gagnée par l'atelier en une heure par le fait du travail mécanique, du séjour des ouvriers et des radiations solaires, est donc égale à :

$$635 N + 133 n + S.$$

Si nous désignons par C le nombre de calories que perd le bâtiment par conductibilité et par rayonnement dans une heure et par degré de l'excès de la température intérieure sur l'extérieure, on aura comme quantité de chaleur à absorber :

$$635 N + 133 n + S - C (T - t).$$

La chaleur absorbée par l'air à $\theta + x$ pour passer à la température T sera :

$$kV (T - \theta - x) \times \frac{1,293}{1 + \alpha (\theta + x)} \times 0,24.$$

La chaleur absorbée par l'eau vésiculaire pour être portée d'abord à T, puis pour être vaporisée à T degrés, sera :

$$\frac{kV\epsilon}{1000} (T - \theta - x) + \frac{kV\epsilon}{1000} (606,5 - 0,695 T).$$

On a donc l'équation :

$$kV \times \frac{1,293}{1 + \alpha (\theta + x)} \times 0,24 (T - \theta - x) + \frac{kV\epsilon}{1000} [606,5 + 0,305 T] - \frac{kV\epsilon}{1000} (\theta + x) = 635 N + 133 n + S - C (T - t). \quad [4]$$

Une cinquième équation est fournie par l'expérience et montre qu'avec un pulvérisateur donné il faut écouler sous pression une quantité d'eau Q à θ degrés pour obtenir q kilogr. de vapeur. Cette relation, caractéristique de l'appareil employé, est donc de la forme :

$$Q = f(q). \quad [5]$$

En résumé, on a pour déterminer les quantités θ , x , k , q et Q, cinq équations :

$$Qx + q [606,5 - 0,695 (\theta + x)] = \frac{kV \times 1,293}{1 + \alpha (\theta + x)} \times 0,24 (t - \theta - x) + \left[\frac{Qp \times 10}{423} \right]; \quad [1]$$

$$q = \frac{kV \times 1,293 \times 0,622}{760} \left[\frac{F_{\theta+x}}{1 + \alpha (\theta + x)} - \frac{eF_t}{1 + \alpha t} \right]; \quad [2]$$

$$\frac{F_{\theta+x}}{1 + \alpha (\theta + x)} = \frac{eF_t}{1 + \alpha t} - \frac{\epsilon \times 760}{1,293 \times 0,622 \times 1000}; \quad [3]$$

$$kV \times \frac{1,293}{1 + \alpha (\theta + x)} \times 0,24 (T - \theta - x) + \frac{kV\epsilon}{1000} [606,5 + 0,305 T] - \frac{kV\epsilon}{1000} (\theta + x) = 635 N + 133 n + S - C (T - t); \quad [4]$$

$$Q = f(q). \quad [5]$$

L'équation [3] fournira, par l'examen de la table des tensions maxima de la vapeur d'eau aux diverses températures, la valeur de $\theta + x$. Cette valeur portée dans [4] permettra de calculer k.

L'équation [2] donnera ensuite q et l'équation [5] Q.

Enfin, dans l'équation [1] toutes les quantités sont connues, sauf x que l'on calculera facilement.

Le problème de l'humidification se trouve ainsi résolu théoriquement.

Les équations ci-dessus permettent à tout industriel de vérifier si les propositions qui lui sont faites par les constructeurs peuvent être acceptées. Les filateurs et tisseurs devront surtout se méfier des systèmes qui n'assureraient pas en été un renouvellement d'air suffisant ou des projets qui ne seraient appuyés d'aucun calcul.

Quelques constructeurs remplacent dans leurs calculs les équations précédentes par des équations réduites, obtenues en négligeant des éléments assez petits pour ne pas influencer les résultats. C'est ainsi que M. Bontemps, Ingénieur des Arts et Manufactures, secrétaire du Congrès de Production et d'Hygiène tenu à Rouen, en 1899, établit ses appareils d'après la méthode de calcul ci-après :

Étant donné que la difficulté consiste surtout à obtenir, en été, un rafraîchissement d'autant plus intense que l'état hygrométrique est plus élevé, il convient, pour déterminer la puissance maximum de l'installation, de se placer dans ce cas et de considérer par suite que l'air extérieur est le plus chaud et le plus sec. On peut supposer que la température extérieure est de 28 degrés à l'ombre et l'état hygrométrique de 45 %. Ce seraient les conditions extérieures les plus

difficiles, car les journées où l'air est plus chaud et plus sec sont rares et on peut les considérer comme des exceptions.

Supposons, d'autre part, que l'on exige à l'intérieur une humidité de 75 % et une température au plus égale à la température extérieure; cherchons à remplir pratiquement ces conditions moyennes avec le rafraîchissement le plus intense possible sans aboutir à une installation onéreuse. Il faudra, évidemment, commencer par profiter de tout le rafraîchissement de l'air pris à l'extérieur en l'humidifiant avec de l'eau, sinon froide, tout au moins sensiblement à la même température que la température finale de l'air; on réalise pratiquement cet équilibre de température en reprenant toujours la même eau.

Recherchons quels peuvent être la température et l'état hygrométrique de l'air primitivement à 28 degrés et 75 % d'humidité, dans lequel on injecte de l'eau dont la plus grande partie retombe sans lui donner ni prendre de chaleur, une faible proportion seule de cette eau s'évaporant en humidifiant l'air et, par conséquent, lui empruntant 590 calories environ par kilogramme d'eau évaporée, c'est-à-dire 0,59 calorie par gramme.

Supposons que l'humidification ait lieu par étapes successives et que l'on commence par enrichir l'air extérieur de 1 gramme d'eau par mètre cube.

Comme ce gramme d'eau est évaporé aux dépens de la propre chaleur de l'air, il faudra, pour lui céder 0,59 calorie, que le mètre cube d'air, dont le poids est environ 1^{kg}2, se refroidisse d'un nombre de degrés t tel que :

$$t = \frac{0,59}{1,2 \times 0,24}, \quad \text{d'où : } t = 2^{\circ}05 \text{ environ.}$$

En chargeant chaque mètre cube d'air d'un nouveau gramme d'eau évaporée, la température de cet air baisserait de 2°05; toutefois, il est facile de voir que ce chargement ne sera pas indéfini, car, d'une part, l'air se refroidissant chaque fois et, d'autre part, l'humidité augmentant, on arrive très vite à la température minimum, pour laquelle l'air se trouve finalement saturé.

En opérant par tâtonnements, on trouve que la température finale correspondant à l'état initial de 28 degrés et 45 %, est 19 degrés. En effet, l'abaissement de température étant de 9 degrés, le refroidissement de l'air est de :

$$9 \text{ degrés} \times 1^{\text{kg}}2 \times 0,24 = 2,52 \text{ calories,}$$

soit une évaporation d'eau de :

$$\frac{2,52 \text{ calories}}{0,59} = 4^{\text{gr}}27.$$

Or, l'air à 19 degrés saturé contient 16^{gr}15, soit, en effet, 4^{gr}27 de plus qu'à 28 degrés et 45 %.

Presque tous les systèmes actuels de ventilation permettent d'arriver assez près de la saturation physique de l'air et, en admettant la saturation complète, on pourra lancer, en été, au moment le plus chaud, un air à 19 degrés, contenant 16^{gr}15 d'eau par mètre cube. Quel résultat en obtiendra-t-on et combien devra-t-on en débiter ?

Cet air doit entretenir dans la salle un état hygrométrique de 75 %; il est évident que, dans ces conditions, il ne doit pas s'échauffer au delà d'une température x telle que 16^{gr}15 soient les 75 % de sa saturation à cette température; d'où l'on déduit que cette saturation est de :

$$\frac{16^{\text{gr}}15}{0,75} = 21^{\text{gr}}6.$$

Or, 21^{gr}6 représentent la saturation de l'air à 24 degrés; c'est-à-dire que la température de l'air ne devra pas excéder 24 degrés, soit un échauffement de 5 degrés. Mais pour cela, il faut qu'il absorbe, en s'échauffant de 5 degrés, toutes les calories dégagées, sinon il s'échaufferait davantage.

Supposons le cas d'un atelier moyen de 10 000 mètres cubes dégageant 100 000 calories (salle de renvideurs moderne ou tissage de 300 à 400 métiers). Le débit nécessaire de ventilation sera :

$$x = \frac{100\,000}{1,2 \times 0,24 \times 5} = \frac{100\,000}{1,44},$$

c'est-à-dire 70 000 mètres cubes, d'où un renouvellement de sept fois par heure, ce qui paraît excessif. Il est évident, d'ailleurs, que plus l'humidité demandée sera élevée, plus le renouvellement devra augmenter; d'autant plus que, dans les temps très secs, les systèmes d'évaporation simple ne permettent pas d'arriver à la saturation complète de l'air. On en déduit que la ventilation avec introduction d'air saturé ne peut, pratiquement, entretenir un état hygrométrique élevé qu'avec des renouvellements d'air bien supérieurs à ce que demande l'hygiène et, par suite, très onéreux. Aussi plusieurs constructeurs ont-ils tourné la difficulté, soit en prenant l'air de la salle (ce qui supprime la ventilation et le rafraîchissement), soit en adjoignant une installation d'appareils humidificateurs ordinaires (ce qui est contraire aux conclusions du Congrès de Rouen).

Cette difficulté a été surmontée sans aucun de ces défauts de principe en résolvant pratiquement le difficile problème de la sursaturation physique de l'air lancé par la ventilation, son transport en cet état dans les conduites, et sa distribution sans chute de gouttelettes dans la salle, au moment de son dégagement.

Ce dernier système est employé par M. Bontemps, dans le *Climatogène*, que nous avons déjà décrit (1). Rappelons simplement qu'il consiste en un groupe de pulvérisateurs dont le jet vient buter contre une calotte tangente. Il se produit, à la fois, une aspiration d'air très énergique et la sursaturation de cet air, sous forme d'une buée très

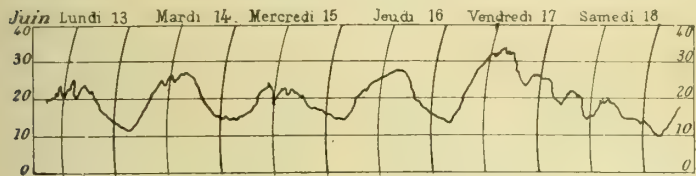


FIG. 1. — Graphique des températures extérieures.

légère qui sort de l'appareil sans donner lieu à aucune chute de gouttelettes.

L'appareil a été muni d'un dispositif de réglage qui permet de faire varier la quantité de buée produite. Ceci est très important, car les conditions extérieures étant constamment variables, il est indispensable de pouvoir modérer la puissance de l'appareil.

Voyons l'effet de cette buée, au point de vue de l'humidification et

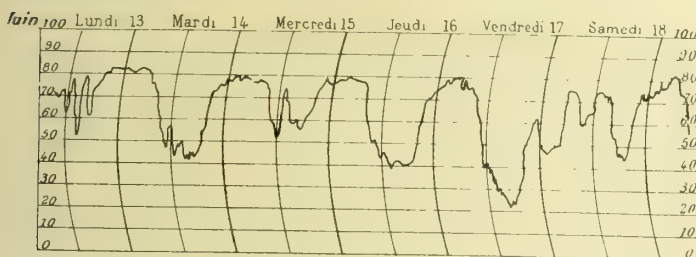


FIG. 2. — Graphique des conditions hygrométriques extérieures.

du rafraîchissement. Supposons qu'il y ait une production de 2 grammes de buée par mètre cube. Chaque mètre cube d'air traité se trouve encore à 19 degrés, mais il contient, en réalité, au lieu de 16^{gr}15, 18^{gr}15. En se dégageant dans la salle, les 2 grammes d'eau vont s'évaporer. Puisqu'on exige un état hygrométrique de 75 %, il s'ensuit que l'on doit arriver à une température de la salle telle que :

$$\frac{18^{\text{gr}}15}{0,75} = 24 \text{ grammes}$$

soit la limite de saturation, ce qui correspond à une température de 26 degrés. Dans ces conditions, chaque mètre cube d'air va produire un rafraîchissement égal : d'une part, à $7 \times 1^{\text{er}}2 \times 0,24$ calorie

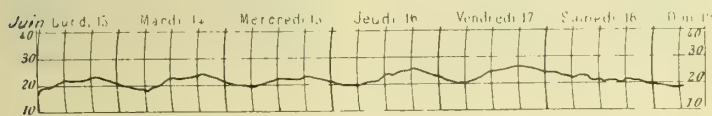


FIG. 3. — Graphique des températures intérieures.

= 2,01 calories, et d'autre part, à cause des 2 grammes d'eau qui vont s'évaporer, à $2 \times 0,59$ calorie = 1,18 calorie, soit un total de 3,19 calories.

On voit immédiatement que, pour l'atelier type précédemment cité où le dégagement de chaleur est de 100 000 calories, il ne faudra plus pour combattre cette chaleur qu'un volume d'air de :

$$\frac{100\,000}{3,19} = 32\,000 \text{ mètres cubes,}$$

soit un renouvellement de 3,2 à l'heure, ce qui est possible et pratique, alors que le renouvellement de sept fois à l'heure amène des courants d'air et conduit à une dépense exagérée de premier établissement et d'entretien.

La théorie précédente a, d'ailleurs, été vérifiée pratiquement et les graphiques (fig. 1 à 4) montrent les résultats obtenus par M. Bontemps au tissage mécanique de MM. P. Journé et Cie, au Rabodeau (Vosges).

Les expériences ont duré du lundi 13 au dimanche 19 juin 1904. Le graphique de la figure 1 indique la température extérieure, et le

graphique n° 2 les conditions hygrométriques extérieures. Le graphique n° 3 représente, aux différentes heures de la journée, la température dans la salle de tissage et le graphique n° 4, les conditions hygrométriques de cette même salle. Comme on le voit, l'humidité moyenne obtenue dans le tissage est de 75 %, valeur très satisfaisante, et elle ne varie guère qu'entre 70 et 80 %, alors que l'état hygrométrique extérieur subit des variations énormes, passant de 80 % le matin, à 40 % et même 22 % l'après-midi. On remarquera combien la température intérieure s'est trouvée abaissée et régularisée : alors que la température, à l'extérieur, s'accroît, dans la journée, de

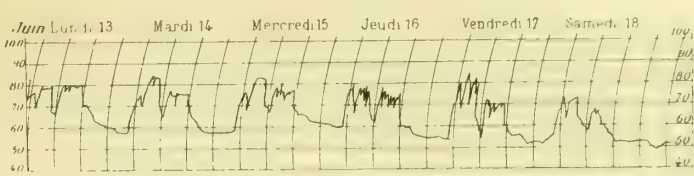


FIG. 4. — Graphique des conditions hygrométriques intérieures.

14 degrés et même 22 degrés, elle ne monte, à l'intérieur, que de 4 à 6 degrés au plus et se trouve, le soir, bien inférieure à la température extérieure.

Le vendredi 17, à 5 heures du soir, la température extérieure étant de 48 degrés au soleil, et 34 degrés à l'ombre, et l'état hygrométrique de 22 % (état le plus bas de la période d'observation), on a obtenu, à l'intérieur, une température de 26 degrés et un état hygrométrique de 72 %.

Paul RAZOUS,

Licencié ès Sciences mathématiques et ès Sciences physiques,
ancien Inspecteur du travail dans l'industrie.

MÉTALLURGIE

RECHERCHES SUR LES ACIERS AU TITANE ET A L'ÉTAIN

Aciers au titane. — Le titane a été jusqu'ici fort peu employé en métallurgie. On a bien signalé que les fontes au titane jouissaient de certaines propriétés mécaniques particulièrement recherchées, et on a fait remarquer que le titane pouvait jouer le rôle d'épurateur d'autant mieux qu'il se combine aisément, non seulement avec l'oxygène, comme le font l'aluminium et le silicium, mais aussi avec l'azote.

Dans l'étude que nous avons faite des aciers au titane, nous avons été arrêté par certaines difficultés : d'une part, les ferrotitanes sont chargés en carbone, ce qui nous a empêché de préparer des aciers à 0,120 % de carbone contenant plus de 2,5 % de titane ; d'autre part, les aciers à haute teneur en titane sont très difficiles à fondre dans les fours à creusets ordinaires. C'est ainsi que les aciéries d'Imphy n'ont pu nous faire des aciers renfermant plus de 10 % de titane.

MICROGRAPHIE. — Tous les aciers au titane polis et attaqués à l'acide picrique ont donné les mêmes résultats que les aciers au carbone. C'est dire que les aciers bruts de forge sont formés de perlite et de ferrite

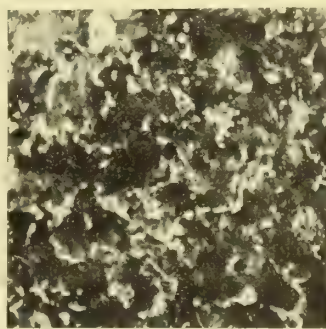


FIG. 1.

Acier à 0,700 % C et 3 % Ti.

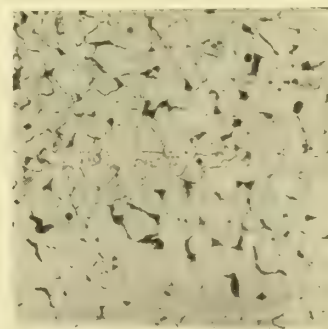


FIG. 2.

Acier à 0,120 % C et 3 % Ti.

Grossissement : 160 diamètres.

ou de perlite et de cémentite (fig. 1 et 2), suivant que leur teneur en carbone est supérieure ou inférieure à 0,850 % de carbone.

Le titane se dissout dans le fer.

La trempe a sur la structure de ces aciers la même influence que sur les aciers au carbone.

On doit donc conclure que jusqu'à une teneur de 10 % le titane n'a pas d'influence sur la microstructure des aciers.

(1) Voir le *Génie Civil*, t. XLIV, n° 24, p. 384.

PROPRIÉTÉS MÉCANIQUES. — 1° *Aciers bruts de forge.* — Les résultats que nous ont donnés les essais mécaniques tendent aux mêmes conclusions.

Voici les résultats des principales déterminations que nous avons faites sur des aciers normaux, c'est-à-dire recuits à 900 degrés pendant un quart d'heure et refroidis lentement.

Un acier à 0,122 % de carbone et 0,41 % de titane a donné :

R = 40,7; E = 33,9; A % = 20; Σ = 68,4; (1).
Choc = 25 kilogrammètres; Dureté = 99 (chiffre de Brinell).

L'influence du titane ne se fait pas sentir.

Un acier à 0,106 % de carbone et 0,88 % de titane a fourni :

R = 45,2; E = 37,6; A % = 19; Σ = 67,4;
Choc = 24; Dureté = 105.

Un autre à 0,137 % de carbone et 1,40 % de titane :

R = 48,2; E = 36,1; A % = 19; Σ = 62,1
Choc = 25; Dureté = 101.

Enfin l'acier de la série peu carburée le plus riche en titane, contenant 0,139 % de carbone et 2,57 % de titane, a donné les résultats suivants :

R = 45,2; E = 34,6; A % = 17,5; Σ = 68,4;
Choc = 29; Dureté = 90.

On voit donc que le titane n'a qu'une action très faible sur les propriétés des aciers à faible teneur en carbone. Il ne paraît pas augmenter la charge de rupture et la limite élastique, ni diminuer les allongements et les striction.

Les résultats obtenus avec la série la plus carburée conduisent aux mêmes conclusions :

Un acier à 0,760 % de carbone et 0,32 % de titane a donné :

R = 94,1; E = 54,9; A % = 7,5; Σ = 19,0;
Choc = 3; Dureté = 207.

Nous avons obtenu avec un acier à 0,624 % de carbone et 1,72 % de titane :

R = 87,7; E = 53,3; A % = 10; Σ = 36,7;
Choc = 3; Dureté = 212.

Un acier à 0,633 % de carbone et 4,63 % de titane nous a donné des résultats très voisins :

R = 89,8; E = 57,8; A % = 9,5; Σ = 34,2;
Choc = 4; Dureté = 212.

Cependant pour des doses plus élevées en titane on trouve une charge de rupture et une limite élastique plus fortes ; c'est ainsi qu'un acier à 0,650 % de carbone et 8,71 % de titane a fourni :

R = 117,5; E = 62,5; A % = 8,5; Σ = 29,7;
Choc = 5; Dureté = 218.

Ces résultats montrent bien que le titane n'apporte pas d'importantes modifications dans les propriétés mécaniques, du moins lorsqu'il y entre pour une teneur inférieure à 10 %.

2° *Aciers trempés.* — Les conclusions pour les aciers trempés sont à peu près les mêmes. La trempe a été faite à 850 degrés dans l'eau à + 20 degrés.

C'est ainsi que l'acier à 0,122 % de carbone et 0,411 % de titane a donné après trempe :

R = 51; E = 47,2; A % = 10; Σ = 59,2;
Choc = 24; Dureté = 114.

De même l'acier à 0,135 % de carbone et 2,57 % de titane, lequel est le plus chargé en titane de la série carburée, a fourni :

R = 66,2; E = 45,2; A % = 9,5; Σ = 52,0;
Choc = 12; Dureté = 143.

On voit que la présence du titane surélève l'influence de la trempe. Il est à remarquer, d'ailleurs, que ce fait est général.

Avec les aciers carburés on trouve encore une différence plus nette. C'est ainsi que l'acier à 0,611 % de carbone et 2,57 % de titane donne :

R = 120,3; E = 78,5; A % = 2; Σ = 4;
Choc = 3; Dureté = 340;

et l'acier à 0,650 % de carbone et 8,71 % de titane donne :

R = 132,5; E = 80,3; A % = 0; Σ = 0;
Choc = 3; Dureté = 477.

CONCLUSIONS. — En résumé, les recherches que nous avons faites sur les aciers au titane renfermant moins de 10 % de titane prouvent très nettement que jusqu'à ce pourcentage :

1° Le titane n'apporte pas de modification à la structure des aciers;

2° Il ne modifie que fort peu les propriétés mécaniques.

Les aciers au titane ne semblent donc, jusqu'ici, présenter aucun intérêt industriel.

Aciers à l'étain. — Nous avons vu que les aciers au titane contenant moins de 10 % de titane donnaient des résultats très différents des aciers au silicium, malgré les rapprochements chimiques qui existent entre ces deux corps. Le titane, du moins dans les proportions où nous l'avons incorporé aux aciers, ne précipite pas le carbone à l'état de graphite.

Il nous a donc paru intéressant d'examiner des aciers à l'étain à cause des analogies chimiques du titane et du silicium avec l'étain. Les aciéries d'Imphy nous ont fabriqué deux séries de ces aciers : l'une renfermant environ 0,150 % de carbone, l'autre environ 0,700. Dans chacune d'elles l'étain croît jusqu'à près de 10 %. Ceux qui en renfermaient le moins en contenaient environ 2 %. Voici, d'ailleurs, l'analyse de ces produits :

C	Sn	Mn	Si	S	P
0,204	1,79	0,040	0,373	0,014	0,050
0,152	5,02	0,160	traces	9,014	0,106
0,100	9,98	0,165	0,047	0,020	0,163
0,760	2,05	0,100	0,373	0,020	0,020
0,665	4,80	0,343	0,232	0,008	0,057
0,767	9,75	0,523	0,573	0,026	0,098

Aucun de ces aciers n'a pu être forgé, si ce n'est l'acier à 0,760 % de carbone et à 2,05 % d'étain. Ils sont tous d'une grande dureté minéralogique et d'une fragilité extrême.

Le carbone facilite nettement le travail; les aciers de la deuxième série se travaillent bien plus aisément, à même teneur en étain que les aciers de la première.

MICROGRAPHIE. — L'étude micrographique des aciers à l'étain montre que ceux de la première série, renfermant moins de 5 % d'étain, sont formés simplement de ferrite et de perlite. L'étain est en solution dans le fer (fig. 3).

Lorsqu'on atteint 5 % d'étain, on trouve bien toujours de la ferrite et de la perlite, mais, lorsque l'attaque à l'acide chlorhydrique est suffisamment prolongée, on trouve que la perlite est entourée d'une

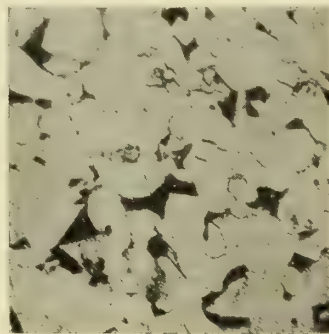


FIG. 3.
Acier à 0,204 % C et 1,79 % Sn.
Grossissement : 160 diamètres.

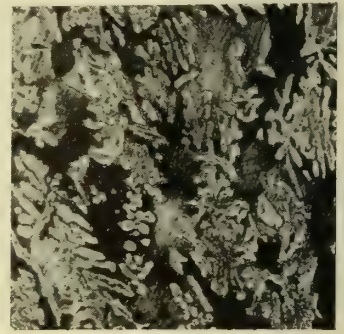


FIG. 4.
Acier à 0,152 % C et 5,02 % Sn.
Grossissement : 40 diamètres.

zone très claire que l'on voit nettement sur la micrographie de l'acier à 0,152 % de carbone et 5,02 % d'étain (fig. 4).

Ce phénomène doit être rapproché de celui que nous avons signalé dans les aciers au silicium; ceux de ces produits qui renferment de 5 à 7 % de silicium sont formés de ferrite et de perlite environnée de plages blanches. Ceci semble indiquer l'existence de deux solutions. Mais tandis que, dans les aciers au silicium, ces zones blanches entourent du graphite, dans les aciers à l'étain elles entourent de la perlite ordinaire. Lorsque la teneur augmente, on trouve toujours de la perlite; mais dans la solution fer-silicium, on voit apparaître des aiguilles blanches qui apparaissent au polissage en bas-relief et mieux encore par attaque profonde aux acides (fig. 5).

L'étude des aciers plus carburés donnent des résultats identiques. Jusqu'à 5 % (fig. 6), on ne trouve que de la ferrite et de la perlite. Au delà, on trouve des aiguilles qui semblent annoncer un composé défini. Les changements de structure se font au même pourcentage quelle que soit la teneur en carbone. Ceci rapproche les aciers à l'étain des aciers au silicium.

Dans aucun cas nous n'avons trouvé qu'il y ait précipitation du carbone à l'état de graphite.

(1) R, résistance à la rupture; E, limite d'élasticité; A, allongement; Σ , striction.

La trempe et le recuit apportent aux aciers à l'étain les mêmes transformations que dans les aciers au carbone.

Il y a cependant une remarque très importante à faire, que nous aurons d'ailleurs à développer très prochainement, lorsque nous parlerons des aciers à l'aluminium. Il semble que la martensite ne prend naissance que là où préexiste la perlite. Il est fort difficile d'affirmer le fait, car on sait que certaines martensites sont particulièrement délicates à observer. On peut toutefois déclarer que dans la zone où préexistait la perlite on trouve une martensite normale.

L'influence du recuit sur les aciers à l'étain n'est pas autre que sur les aciers au carbone. Dans aucun cas, nous n'avons rencontré de graphite précipité et cependant nous avons fait des recuits à 900 degrés qui ont duré plus de huit jours. Sous ce rapport l'étain ne joue donc pas le même rôle que le silicium.

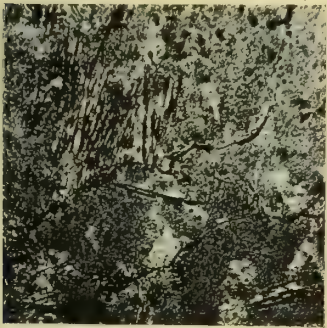


FIG. 5.

Acier à 0,100 % C et 9,98 % Sn.
Grossissement : 40 diamètres.

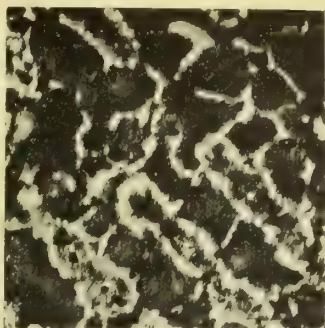


FIG. 6.

Acier à 0,665 % C et 4,8 % Sn.
Grossissement : 460 diamètres.

Le traitement le plus intéressant à étudier est la cémentation. Des expériences antérieures nous avaient montré ⁽¹⁾ que *les éléments dissous dans le fer diminuent la vitesse de cémentation, tandis que les éléments qui paraissent se trouver à l'état de carbure l'activent*; or, voici les résultats comparés que nous avons obtenus pendant le même temps et à la même température, pour un acier ordinaire et des aciers spéciaux différents, mais renfermant tous environ 0,450 % de carbone :

	PÉNÉTRATION en dixièmes de millimètre		PÉNÉTRATION en dixièmes de millimètre
Ordinaire	9	4 Ti.	7
2 Ni.	17	2 Ti.	8
5 Ni.	5	0,5 Si.	6
0,5 Mn.	11	1 Si.	5
1 Mn.	12	2 Si.	4
1 Cr.	1	5 Si.	0
2 Cr.	11	1 Al.	1
0,5 W.	9	3 Al.	2
1 W.	9	2 Sn.	6
2 W.	12	5 Sn.	5
1 Mo.	9	10 Sn.	3
2 Mo.	11		

Le nickel, le titane, l'aluminium, diminuent la vitesse de pénétration, tandis que le manganèse, le tungstène, le chrome, le molybdène l'augmentent. De plus, nous avons constaté que l'étain retarde considérablement la cémentation.

PROPRIÉTÉS MÉCANIQUES. — Un seul acier, avons-nous dit, a pu être laminé; c'est l'acier à 0,760 % de carbone et 2 % d'étain.

Les propriétés mécaniques n'ont pu être étudiées sur les aciers non forgés.

L'acier laminé possédait une fragilité telle que, parti d'Imphy sous la forme d'une barre de 3 mètres environ, il nous est parvenu, à Paris, en morceaux n'ayant pas plus de 0^m 50 de longueur.

L'un de ces morceaux a été recuit à 900 degrés, et refroidi lentement. On y a pris des éprouvettes Fremont, lesquelles ont donné de 0 à 2 kilogrammètres.

De plus, les aciers à l'étain sont très durs, et cela d'autant plus pour une même teneur de ce corps qu'ils renferment moins de carbone. C'est que le constituant dur doit être la solution fer-étain.

CONCLUSIONS. — L'étain entre en solution dans le fer; mais, lorsque celui-ci en renferme plus de 5 %, il paraît former une combinaison

avec lui. L'étain n'influe pas sur la perlite. Il apporte au métal, du moins lorsque l'acier en renferme au moins 2 %, une fragilité et une dureté extrêmes.

On voit, par ces conclusions, que les aciers à l'étain se rapprochent beaucoup plus des aciers au titane que des aciers au silicium; comme ceux-là ils possèdent tout leur carbone à l'état de carbure, du moins tant que la dose d'étain n'est pas supérieure à 10 %.

LÉON GUILLET,
Docteur es Sciences,
Ingénieur des Arts et Manufactures.

ÉLECTRICITÉ

EXPÉRIENCES SUR LES COURANTS CONTINUS

à haute tension.

Le transport de l'énergie aux très grandes distances a conduit à élever de plus en plus les tensions employées; le courant alternatif à 20 000 volts est maintenant appliqué d'une façon courante, et les tensions de 50 000 et 60 000 volts ont été utilisées dans plusieurs cas. Ces tensions elles-mêmes sont à la veille de devenir insuffisantes, et certains projets, comportant le transport de grandes puissances à des centaines de kilomètres, devront être basés sur des voltages encore plus élevés.

Dans ces conditions, il vient naturellement à l'idée de continuer à perfectionner le matériel à courants alternatifs, pour l'approprier à ces conditions de plus en plus difficiles. La Compagnie de l'Industrie électrique de Genève, qui s'est spécialisée dans le transport de l'énergie par courants continus à haute tension (système Thury), s'est demandé si, au contraire, à ces limites extrêmes, il ne serait pas plus avantageux de recourir au courant continu, et elle a entrepris à ce sujet d'intéressantes expériences, dont nous allons indiquer les principaux résultats.

Si l'on s'impose une perte maximum de 10 % en ligne, et un poids de cuivre de 30 kilogr. par cheval électrique à l'arrivée, il faut employer, en courant continu, une tension de 420 volts par kilomètre, soit 42 000 volts pour 100 kilom. L'emploi de la terre comme retour permettrait de doubler la distance avec cette même tension. Or, on n'avait jusqu'ici l'expérience des courants continus que jusque vers 25 000 volts, tension peu supérieure à celle du transport Saint-Maurice-Lausanne ⁽¹⁾, et que la Compagnie de l'Industrie électrique a d'ailleurs pu réaliser avec une seule machine à inducteur tournant et induit fixe, la commutation étant facilitée par des condensateurs intercalés entre les sections de l'induit.

En couplant en série trois machines pouvant débiter 1 ampère, la tension de 70 000 volts a été atteinte, et on s'en est servi pour examiner comment se comportent les isolateurs, comparativement avec le courant alternatif à la même tension efficace.

L'alternateur employé aux essais était une machine de 75 kilowatts, c'est-à-dire d'à peu près même puissance que les trois dynamos à cou-

rant continu. La fréquence était 50. La courbe de force électromotrice (fig. 1) était aplatie notablement à ses sommets, de sorte que la tension maximum était moindre que $\sqrt{2}$ fois la tension efficace, comme c'eût été le cas pour une sinusoïde parfaite (en réalité elle était 1,255 fois).

D'autre part, le cou-

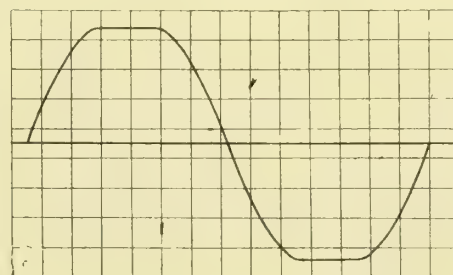


FIG. 1. — Courbe de la force électromotrice de l'alternateur.

rant continu n'était pas rigoureusement continu, les collecteurs n'ayant que 96 touches, et les induits étant dentés.

On peut donc dire que, d'une façon générale, les conditions étaient favorables au courant alternatif, et plutôt défavorables au courant continu.

Les essais ont porté :

1° Sur la mesure des distances explosives, dans l'air, du courant continu et du courant alternatif, entre les électrodes diverses;

2° Sur la mesure des tensions auxquelles résistent divers isolateurs en porcelaine de types usuels;

3° Sur la mesure de la rigidité électrostatique de divers isolants (carton, verre, marbre).

(1) Voir le *Génie Civil*, t. XLIV, n° 16, p. 258. (*Comptes rendus de la Société des Ingénieurs civils*.)

(1) Voir le *Génie Civil*, t. XLI, n° 44, p. 213.

Les variations de tension étaient obtenues, pour le courant alternatif, par le réglage de l'excitation; pour le courant continu, par l'emploi d'une, deux ou trois machines et par variation de l'excitation.

Distances explosives dans l'air. — Les distances explosives ont été mesurées entre les électrodes de diverses formes (boule, pointe et plateau). Elles varient, en effet, suivant la forme des électrodes, et, dans le cas du courant continu, suivant leur polarité.

La figure 2 montre les résultats obtenus dans le cas du courant continu. La courbe A, qui donne les distances les plus courtes, se rapporte à l'étincelle entre deux boules de 20 millimètres de diamètre; la

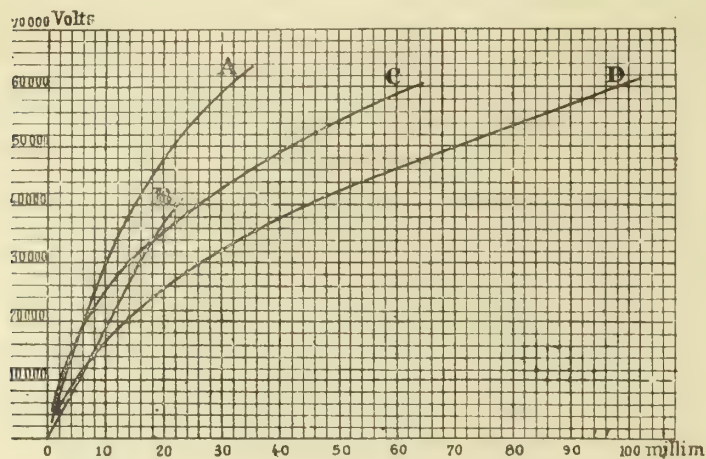


Fig. 2. — Courbes des distances explosives (courant continu).

courbe B, entre une pointe négative et un plateau positif; la courbe C, entre une boule et un plateau (la polarité est sans influence); la courbe D, entre une pointe positive et un plateau négatif.

C'est dans le cas d'une pointe et d'un plateau que l'influence de la polarité se fait le plus sentir; la distance explosive, qui est de 22 millimètres à 40 000 volts lorsque la pointe est négative, devient 44 millimètres, c'est-à-dire le double, si la pointe est positive. On remarquera qu'à 60 000 volts, la distance explosive entre pointe positive et plateau (99 millimètres) est triple de ce qu'elle est entre deux boules.

L'étincelle entre deux pointes a donné des longueurs variables, qu'il n'a pas été possible de traduire exactement par une courbe.

La figure 3 résume les résultats obtenus dans le cas du courant alternatif; la courbe a se rapporte à la distance entre deux boules;

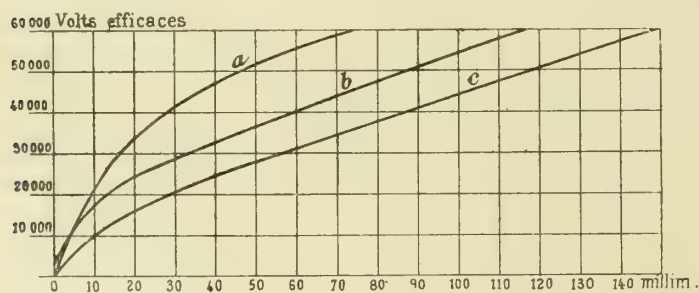


Fig. 3. — Courbes des distances explosives (courant alternatif à 50 périodes).

b, entre un plateau et une boule; c, entre un plateau et une pointe: la forme des électrodes joue le même rôle que dans le cas du courant continu, mais les distances explosives sont beaucoup plus grandes.

Essais d'isolateurs. — Des isolateurs en porcelaine, de types courants, munis de leurs ferrures, étaient soumis à des tensions croissantes, jusqu'à ce qu'un court-circuit s'établisse entre le fil de la ligne, relié à l'un des pôles, et la ferrure, reliée à l'autre pôle.

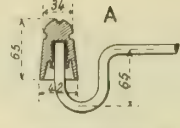
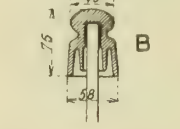
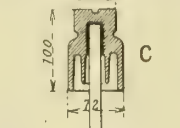
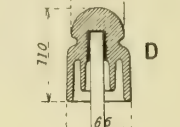
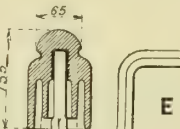
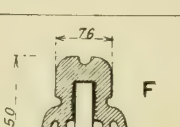
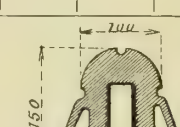
Deux genres d'essais ont été faits: les uns au laboratoire, sur des isolateurs secs et propres; les autres par la pluie, sur des isolateurs placés dans une cour et exposés depuis un certain temps aux intempéries. Les deux genres d'essais ont, comme il fallait s'y attendre, donné des résultats très différents.

Le tableau ci-dessous, qui résume ces essais, montre que tous les isolateurs résistent à une tension continue notablement supérieure à la tension alternative. Du reste, quelques petits modèles seulement ont été perforés; en général, l'étincelle éclatait à l'extérieur, entre la ferrure et la ligature du fil de ligne. Dans ce cas, le même isolateur pouvait servir successivement à l'essai continu et alternatif. Dans les expériences de laboratoire, les isolateurs percés par l'alternatif pouvaient encore résister à des tensions continues très élevées.

Lorsqu'on approche de la tension limite, l'isolateur devient assez bruyant dans le cas du courant alternatif; rien d'appréciable ne se

produit dans le cas du courant continu, et, à 60 000 volts, on n'aperçoit rien entre fils à 50 centimètres l'un de l'autre. Entre pointes, il se produit des aigrettes qui, préparant le passage de l'étincelle, rendent sa longueur irrégulière, d'où la difficulté de mesure que nous avons signalée plus haut.

Tableau des essais d'isolateurs.

ISOLATEURS	MOYENNE DES TENSIONS auxquelles les échantillons de ce type ont cédé		RAPPORT entre tensions alternatif et continu	OBSERVATIONS
	Alternatif volts	Continu volts		
 A	15 000 25 000	24 000	1,60	Essais faits avec pluie continue dans la cour. (Isolat. percés.) Essais faits au laboratoire, par temps secs, les isolateurs propres et bien essuyés. (Cédé à la ferrure.)
 B	21 400 42 000	34 000	1,59	Essais dans la cour. (Cédé à la ferrure.) Essais au laboratoire. (Cédé à la ferrure.)
 C	27 000 59 000	40 000	1,48	Essais dans la cour. (Cédé à la ferrure.) Essais au laboratoire. (Cédé à la ferrure.)
 D	34 700 54 000	45 300	1,35	Essais dans la cour. (Cédé à la ferrure.) Essais au laboratoire. (Cédé à la ferrure.)
 E	31 100 34 000	40 800	1,31	Essais dans la cour. (Cédé à la ferrure.) Essais au laboratoire. (Cédé à la ferrure.)
 F				N'ont pas cédé à 60 000 volts.
 G				

Essais d'isolants divers. — *Carton.* — Une feuille de carton glacé, de 5 millimètres d'épaisseur, soumise au courant alternatif, a, dans un premier essai, résisté à 9 000 volts pendant 90 secondes; en portant la tension à 11 000 volts, elle s'est ensuite percée au bout de 30 secondes. Dans un deuxième essai, la tension de 9 000 volts, appliquée pendant 2 minutes, a donné de fortes aigrettes; la rupture s'est produite 15 secondes après, sous la même tension.

Le même carton, soumis pendant 12 minutes à une tension continue variant progressivement de 10 000 à 20 000 volts, s'est percé 4 minutes après sous 25 000 volts.

Verre. — Une feuille de verre blanc ordinaire de 0mm3 d'épaisseur résiste à 25 000 volts continus; une feuille de verre à vitre ne se perce pas à 60 000 volts.

Marbre. — Une plaque de marbre blanc de 20 millimètres d'épaisseur s'est percée, une première fois après 75 secondes d'application de 20 000 volts alternatifs, une seconde fois après 2 minutes d'application de 15 000 volts.

Avec le continu, la perforation n'a été obtenue qu'après 15 minutes d'application du courant, en commençant à 10 000 volts et en élevant la tension de 5 000 volts toutes les 2 minutes, jusqu'à 45 000 volts, limite à laquelle se produit la rupture.

Résultats généraux. — On peut donc dire, d'une façon générale, que tous les isolants, y compris l'air, résistent mieux au courant continu qu'au courant alternatif. Cette constatation paraît contredire certaines remarques faites au début de la fabrication des câbles isolés, le continu ayant alors paru présenter plus de difficulté à isoler. On sait maintenant que cette difficulté résultait de l'électrolyse, et que pour s'en affranchir, il suffit d'éviter la présence de l'eau libre dans les isolants. Dans les machines en marche courante, l'eau s'élimine d'elle-même par la chaleur dégagée.

La conclusion que la Compagnie de l'Industrie électrique tire de ses essais est que, tant en raison de sa plus grande facilité d'isolement qu'en raison de l'absence de certains phénomènes spéciaux (perte par hystérésis diélectrique, etc.), le courant continu est mieux approprié que l'alternatif à la transmission de l'énergie aux très grandes distances.

Il est juste d'ajouter que, pour l'instant, l'alternateur à haute tension constitue une machine de construction beaucoup plus facile que la machine à courant continu équivalente; que le courant alternatif est d'une transformation et, par cela même, d'une distribution plus simple; qu'en un mot, il conserve bien certains avantages propres.

Mais si l'on réfléchit que la Compagnie de l'Industrie électrique a déjà su appliquer industriellement le courant continu à des tensions dépassant 20000 volts, et réaliser ainsi des projets qu'il y a peu de temps encore on eût pu considérer comme des utopies, il ne faut peut être pas considérer comme aussi lointain l'usage du courant continu, au moins comme agent de transmission, sur des distances se chiffrant par centaines de kilomètres.

F. D.

JURISPRUDENCE

LA RESPONSABILITÉ DES ACCIDENTS DU TRAVAIL dans les entreprises de transports.

La loi du 9 avril 1898 concernant les responsabilités des accidents dont les ouvriers sont victimes dans leur travail a nommément désigné, dans son article premier, « les entreprises de transports par terre et par eau » parmi les industries assujetties au nouveau régime du risque professionnel et de la tarification forfaitaire des indemnités.

En ce qui concerne les entreprises de transports par eau, il a été jugé, d'une façon définitive, que cette expression ne vise que les opérations de navigation fluviale, à l'exclusion de la navigation maritime proprement dite, qui est spécialement régie par la loi du 21 avril 1898 ayant pour objet la création d'une caisse de prévoyance entre les marins français contre les risques et accidents de leur profession.

Mais il s'agit ici de préciser plus particulièrement l'application de la loi du 9 avril 1898 aux entreprises de transports par terre.

Sans aucun doute, cette expression comprend les compagnies de chemins de fer, de tramways, d'omnibus et les entreprises de camionnage : ce sont là, par excellence, des entreprises de transports, en ce sens qu'elles n'ont pas d'autre objet que d'effectuer des transports pour le compte d'autrui.

Au contraire, le transport qu'un chef d'entreprise peut faire de ses propres marchandises, à l'aide de ses propres véhicules, ne suffit pas à le soumettre à la loi de 1898, si, par ailleurs, cette entreprise n'y est pas assujettie comme nommément désignée dans l'énumération de la loi, ou comme comportant la fabrication ou la mise en œuvre de matières explosibles, ou encore comme employant des machines mues par une force autre que celle de l'homme ou des animaux.

En d'autres termes, le commerçant qui transporte ses marchandises à l'aide de ses véhicules ne saurait être assujetti à la loi de 1898 comme « entrepreneur de transports ».

C'est ce qui a été jugé par la Cour de cassation, le 28 mars 1904, à l'encontre de l'ouvrier d'un marchand de vins en gros, qui avait été victime d'un accident en procédant, avec une voiture attelée de chevaux, à des transports qui n'avaient pas d'autre objet que l'approvisionnement du négoce de son patron et la livraison des marchandises à sa clientèle.

Voici les termes de cet arrêt :

La Cour,

Attendu, d'une part, que les entreprises commerciales non mentionnées à l'article premier de la loi du 9 avril 1898, ne sont assujetties aux dispositions sur la responsabilité des accidents du travail que si des matières explosibles y sont fabriquées ou mises en œuvre, ou encore s'il y est fait usage d'une machine mue par une force autre que celle de l'homme ou des animaux;

Attendu, d'autre part, que si les employés ou ouvriers occupés dans les entreprises de transports sont nommément appelés à bénéficier de ladite loi, les mots « entreprises de transports » ne peuvent s'entendre que d'opérations de transports pour autrui spécialisées par un industriel dans un but de lucre

et nullement du transport qu'un commerçant peut faire de ses propres marchandises à l'aide de ses propres véhicules mus par une force humaine ou animale;

Attendu que l'arrêt attaqué constate que M..., ouvrier au service de B..., marchand de vins en gros à Chaumont, a été, le 7 novembre 1901, victime d'un accident, alors qu'il procédait, avec une voiture attelée de deux chevaux, au transport de deux foudres de vin pour le compte dudit B..., et que les seuls transports que celui-ci opérait avec l'aide de son ouvrier avaient pour objet l'approvisionnement de son propre négoce ou la livraison de ses marchandises à sa clientèle; qu'en l'état de ces constatations, l'arrêt attaqué a déclaré à bon droit la loi du 9 avril 1898 inapplicable à l'accident auquel M... a succombé;

Rejette (1).

La portée de cette jurisprudence est utilement précisée par les décisions suivantes qui sont intervenues dans le même sens :

Les professions qui, par leur nature, ne donnent lieu qu'à des opérations commerciales comme, par exemple, celle d'épicier en gros, ne rentrent pas dans les professions auxquelles s'applique la loi du 9 avril 1898. Et le simple négociant, dont les marchandises en magasin ou en entrepôt sont livrées au commerce en même état qu'elles ont été reçues, n'est pas responsable, dans les termes de la nouvelle loi, de l'accident survenu à l'un de ses préposés au cours du travail. D'ailleurs, en ce qui concerne spécialement l'épicier en gros, le fait qu'il transporte ses marchandises au domicile de ses clients ou aux gares des chemins de fer pour leur être expédiées, ne saurait avoir pour conséquence de modifier le caractère de son négoce et de le faire considérer comme entrepreneur de transports et comme exerçant, par suite, une profession tombant sous l'application de la loi sur les accidents du travail (Justice de paix de Paris, 5^e arrondissement, 23 mai 1902; *Gaz. des Tribunaux* du 20 novembre 1902).

Pour être assujetti à la loi du 9 avril 1898, il ne suffit pas d'effectuer des transports quelconques; il faut être à la tête d'une entreprise de transports; et, il n'y a pas entreprise de transports, si, d'une manière accessoire à sa profession, un patron transporte des marchandises pour les besoins de son commerce. Spécialement, n'est pas assujetti à la loi du 9 avril 1898, le locateur de chaises qui transporte ses chaises dans les lieux où il les loue. (Tribunal civil de Rouen, 8 août 1903; *le Droit*, numéro du 22 octobre 1903).

Le commerce des grains ne constitue pas une entreprise ayant un caractère industriel, alors surtout que le commerçant ne fait pas usage d'un moteur mécanique. Ce commerce ne rentre donc pas dans la catégorie des industries qui sont assujetties à la loi du 9 avril 1898. Ne rentrent pas davantage dans les prévisions de ladite loi les transports auxquels le négociant en grains peut se livrer pour effectuer la livraison de ses marchandises (Cour d'appel de Rennes, 1^{re} ch., 17 novembre 1903).

Le marchand de charbons et de matériaux de construction, qui se borne à acheter des marchandises pour les revendre, exerce un commerce qui ne rentre dans aucune des entreprises dont s'occupe la loi du 9 avril 1898. Il n'est pas entrepreneur de transports parce qu'il se charge de transporter les marchandises par lui achetées ou vendues. Dès lors, la loi de 1898 ne saurait être appliquée à l'accident survenu au charretier employé chez un marchand exerçant ledit commerce (Tribunal civil d'Alençon, 9 décembre 1903, *Gaz. des Tribunaux* du 30 décembre 1903).

N'est pas assujetti à la loi du 9 avril 1898 sur la responsabilité des accidents du travail le négociant qui se borne à faire le commerce des phosphates, c'est-à-dire à acheter ces phosphates aux producteurs et à les revendre aux agriculteurs qui les emploient comme engrais. Le chargement, le déchargement ou le transport des marchandises effectués pour son compte personnel par ce négociant, ne sont que des opérations accessoires de son commerce et ne peuvent être assimilées à celles que ferait celui qui entreprendrait spécialement ces mêmes opérations pour le compte de sa clientèle. Par suite, le négociant en phosphates ne peut être assujetti à la loi de 1898 en qualité d'entrepreneur de transports, de chargements ou de déchargements (Cour d'appel de Paris, 7^e ch., 9 mars 1904, *Gaz. des Tribunaux* du 3 juin 1904).

En résumé, les entreprises purement commerciales qui ne sont pas assujetties à la loi du 9 avril 1898, restent absolument en dehors de cette loi, nonobstant les opérations accessoires de transport, voiturage, chargement ou déchargement de marchandises, que ces entreprises peuvent comporter.

Mais les victimes d'accidents du travail survenus dans ces entreprises commerciales peuvent en obtenir réparation dans les termes de droit commun, tel qu'il est formulé en l'article 1382 du Code civil, c'est-à-dire en prouvant que l'accident procède d'une faute du patron.

Louis RACHOU,
Docteur en droit,
Avocat à la Cour d'appel de Paris.

VARIÉTÉS

Passerelle mobile du port de Douvres.

Depuis le 1^{er} juillet dernier les grands transatlantiques allemands font escale à Douvres. Il a fallu préparer à ces énormes navires des moyens pour le transbordement des voyageurs en rapport avec leur puissance, leurs dimensions et leur vitesse.

Les figures 1 et 2 donnent une idée de la passerelle imaginée par le capitaine du port John Iron, en vue de faire face aux nouvelles nécessités.

A Douvres l'amplitude des plus hautes marées dépasse 6 mètres et, quand un des grands navires allemands est à quai, le parquet du pont supérieur (voyageurs des premières cabines) peut se trouver à environ 7^m 50 au-dessus du quai. Les dispositifs rudimentaires, employés actuellement encore pour les navires faisant la traversée du détroit, étaient donc tout à fait insuffisants.

La passerelle est appuyée sur une tourelle verticale T comportant quatre guidages d'angle G et portée par un chariot C roulant sur les

rails disposés le long du quai. La tourelle est convenablement entretoisée et haubanée en conséquence par les poutrelles en treillis H et des croisillons.

Le long des guidages G, glisse une cage A mise en mouvement par la vis *v* et le collier fileté *b*. La rotation de cette vis *v* est obtenue au moyen de la manivelle *m*, par l'intermédiaire de la transmission *e t p*.

Au cadre horizontal M qui supporte le plancher P, est fixée, par les articulations *l*, la passerelle inclinée N. Cette passerelle qui comporte un escalier, roule également sur deux rails, parallèles aux rails de la tour.

Le parquet du pont des cabines est relié au plancher P de la cage mobile au moyen d'un pont volant très court D et sensiblement horizontal. Des articulations *l'* permettent à ce pont volant de suivre les oscillations du navire.

Cette passerelle, qui peut être dépla-

cée parallèlement au quai, permet de présenter le plancher de débarquement P en un point quelconque du navire et de réduire considérablement le trajet sur la partie mouvante D qui est très courte, large et à peu près de niveau, ce qui hâte sensiblement le mouvement des voyageurs.

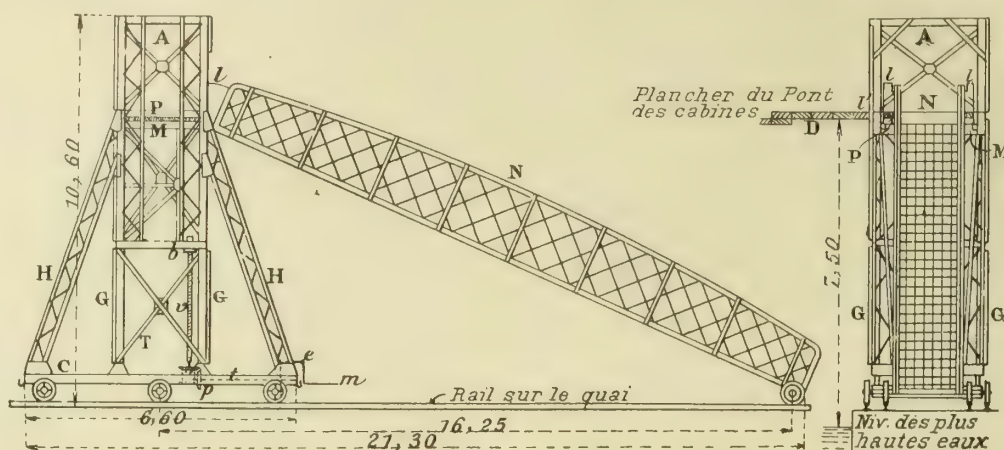


FIG. 1 et 2. — Élévation et coupe transversale de la passerelle mobile du port de Douvres.

Emploi des chutes d'eau à la production de l'électricité.

Dans la séance du 22 août dernier de la section d'Électricité de la British Association, M. A. A. Campbell Swinton a lu un mémoire, qui a suscité de nombreux commentaires, sur la production de l'électricité par les chutes d'eau ainsi que sur le développement que cette industrie a pris dans ces dernières années et de celui qu'elle est susceptible de prendre, notamment dans les Iles Britanniques.

D'après l'auteur la première usine hydro-électrique aurait été créée en Angleterre, à Craggside (Northumberland) par lord Armstrong en 1882; il s'agissait d'une station d'éclairage comportant en outre un transport de force à très faible distance.

Actuellement, le nombre total de chevaux électriques produits à l'aide de chutes hydrauliques, dans le monde entier, doit dépasser certainement deux millions, chiffre double de la puissance des moteurs à vapeur dans le Royaume-Uni. Il est d'ailleurs extrêmement difficile de déterminer ce chiffre avec exactitude, car dans certains pays, il n'y a aucun renseignement statistique sur la matière, dans d'autres ces renseignements ne sont pas tenus à jour; enfin la création de nouvelles usines se fait avec une telle rapidité qu'un grand nombre d'installations existantes ont pu échapper au recensement. Le tableau suivant qui n'est relatif qu'aux chevaux électriques à propos desquels l'auteur a pu obtenir des renseignements particuliers ou officiels, est donc forcément incomplet. On remarquera, par exemple, qu'il ne comprend pas l'Espagne, et que, d'autre part, le chiffre relatif à la France est certainement trop faible. Ses chiffres n'en sont pas moins suggestifs :

États-Unis.	527 467
Canada	228 225
Mexique	18 470
Venezuela.	1 200
Brésil.	800
Japon.	3 450
Suisse.	133 302
France	161 343
Allemagne.	81 077
Autriche	16 000
Suède.	71 000
Russie	10 000
Italie.	210 000
Indes anglaises	7 050
Sud africain anglais.	2 100
Grande-Bretagne.	11 906
TOTAL	1 483 390

Cette puissance totale est équivalente à celle que donnerait la combustion de 11 720 000 tonnes de charbon par an, en supposant les usines marchant douze heures par jour, ce qui correspond à une dépense de 147 millions de francs.

La plus longue transmission de force est aux États-Unis; elle a un développement de 373 kilom.; de nombreuses installations y ont une longueur supérieure à 160 kilom. La plus haute tension serait de 60 000 volts et elle serait en usage sur plusieurs lignes.

L'auteur donne des renseignements sur les plus importantes stations de la Grande-Bretagne: celles de Foyers pour la Compagnie du British Aluminium et du Snowdon dans le Pays de Galles. Une troisième installation importante sera celle du Scotch Water Power Syndicate utilisant les eaux du Loch Sloy avec une chute de 215 mètres qui fournira 5 000 chevaux aux points d'utilisation. La transmission d'énergie se fera sous 40 000 volts à 35 kilom. par lignes aériennes jusqu'aux centres industriels de Dumbarton et de Helensburg où des transformateurs permettront de distribuer le courant sous 60 000 volts. Le rendement total sera de 50,3 %, et le capital engagé sera de 5 millions de francs, soit 1 000 francs de dépense par cheval-vapeur fourni au consommateur.

La conclusion de M. Swinton mérite d'être retenue: elle montre que, même en Angleterre où le prix du combustible est extrêmement bas et où les chutes d'eau sont plutôt rares, la « houille blanche » fait déjà concurrence au charbon.

Il convient cependant de remarquer, et cela résulte de la discussion qui a fait suite à cette communication, que l'intérêt du capital engagé étant le facteur principal dans le coût de l'énergie, les petites installations doivent être évitées. Même avec les installations importantes, le succès est encore assez aléatoire.

Emploi du sulfate de cuivre pour la destruction des algues dans les réservoirs d'eau potable.

La méthode de purification par le sulfate de cuivre de l'eau de réservoirs envahis par les algues que le *Génie Civil* a indiquée (1) vient de recevoir deux nouvelles applications importantes en Amérique. Nous reproduisons, d'après l'*Engineering News*, les résultats les plus intéressants qu'elles ont donnés :

1^o Réservoir d'Elmira (État de New-York). — Le réservoir, au moment du traitement, renfermait 400 000 mètres cubes; l'eau était à une température de 18 degrés. On a employé 450 kilogr. de sulfate de

(1) Voir le *Génie Civil*, t. XLV, n° 45, p. 249.

cuivre, ce qui correspond à peu près à une concentration de $\frac{1}{900\,000}$. A plusieurs reprises, l'eau présentait une odeur de poisson tout à fait insupportable; les algues dominantes étaient l'*Anabaena* et l'*Asterionella*. Il n'y a eu ni pluie ni prise d'eau pendant la durée du traitement et des essais. Le résultat des essais est résumé dans le tableau suivant :

	Avant traitement 24 juin	36 heures après traitement 27 juin	84 heures après traitement 29 juin	108 heures après traitement 30 juin
Odeur	très forte	légère	très légère	très légère
Intensité de coloration.	23	23	22	22
Intensité de trouble.	31	33	28	28
Alcalinité.	17	17	17	17
Bactéries par centimètre cube.	313	12	26	18
Anabaena — — — — —	260	0	0	0
Asterionella — — — — —	24	3	0	0
Bacille Coli.	2 sur 5	0 sur 5	0 sur 5	0 sur 5

Les chiffres relatifs au bacille Coli indiquent le nombre de fois que ce bacille a été observé sur cinq prises d'échantillons. Un échantillon de 1 litre réduit à 100 centimètres cubes par évaporation n'a pas donné la réaction caractéristique des sels de cuivre avec le ferrocyanure de potassium, le 27 juin.

On a constaté de plus, que l'eau, qui avant d'être distribuée aux consommateurs passe sur des filtres à sable, filtrait beaucoup mieux; que la durée des périodes de filtration de chaque filtre était augmentée et que l'eau de lavage était réduite du chiffre de 2,3 à celui de 1,9 % de l'eau filtrée.

Immédiatement après traitement, on a observé, mais seulement dans les parties peu profondes avoisinant les bords, la montée à la surface des têtards et leur mort en moins d'une heure; on a constaté aussi la mort de nombreux petits poissons de moins de 5 centimètres et d'une douzaine d'autres ayant environ 20 centimètres. Le vent a ramené tous les corps morts en un coin du réservoir où il a été facile de les enlever. Aucun d'eux n'était plus visible vingt-quatre heures après.

L'opération, faite par deux hommes, a duré huit heures.

2° Réservoir de Butte. — Ce réservoir a une capacité de 800 000 mètres cubes. Malgré les améliorations du réservoir, l'adduction de nouvelles sources et des tentatives de toutes sortes, jamais l'eau de ce réservoir n'a pu être employée à l'alimentation, pendant les mois d'été. On dut même cesser son emploi pour l'arrosage des rues à cette époque à cause de la mauvaise odeur dont elle emplissait la ville.

Un premier traitement a été appliqué le 7 juillet dernier.

La consommation de sulfate de cuivre a été de 80 kilogr., la dilution était donc de $\frac{1}{10\,000\,000}$. Environ quinze minutes après que la destruction eut été achevée, on observa l'apparition, à la surface, de filaments longs et ténus de couleur verte qui tournèrent au jaune après une demi-heure, puis au vert foncé, puis au brun après deux heures en formant une sorte d'écume flottante. A ce moment l'eau fut analysée : elle contenait des traces de cuivre; l'écume analysée indiqua 11,25 % de cuivre métallique, ce qui prouve nettement l'action spécifique du sulfate et son absorption par les algues.

Pendant les vingt-quatre premières heures, l'odeur s'est exagérée; à partir du quatrième jour, une amélioration sensible et progressive fut constatée dans la couleur, la limpidité et l'odeur; celle-ci a d'ailleurs complètement disparu le cinquième jour à 6 mètres en profondeur. Du septième au dixième jour, pas de modification sensible, l'eau semblait avoir atteint un état normal. L'analyse révéla alors que l'*Anabaena* n'existait plus qu'à l'état de quelques rares spores mais qu'au contraire l'*Asterionella* proliférait à nouveau. On fit alors une nouvelle application le 19 juillet, dans les mêmes proportions et dans les mêmes conditions que la première fois.

La quantité d'écume formée fut très minime, mais vingt-quatre heures après l'eau était absolument limpide, incolore, inodore et limpide.

Pendant ces traitements aucune distribution n'avait été faite; le 24 juillet, l'eau du réservoir étant jugée absolument pure, pour la première fois depuis dix ans, elle fut distribuée pendant le mois de juillet.

De cette deuxième expérience il semble résulter que : 1° deux traitements faibles successifs valent mieux qu'un seul traitement de force double; 2° la concentration minimum à employer dépend de l'espèce d'algue; 3° le cuivre a totalement disparu quarante-huit heures après traitement; 4° à la concentration de $\frac{1}{10\,000\,000}$ les poissons ne sont pas tués.

Chacune des deux opérations, faite par six hommes employant trois bateaux, a duré quatre heures, nettoyage et enlèvement de l'écume compris.

Ensacheurs automatiques.

Les figures 1 et 2, empruntées à l'*Engineer*, donnent le schéma d'un ensacheur automatique de ciment employé par la Compagnie du Woul-dam Cement de West Thurrock, Angleterre. La batterie complète comporte huit appareils semblables disposés parallèlement; c'est la première application de ce système qui ait été faite pour l'ensachage du ciment.

Dès que le sac est fixé, la seule manœuvre d'un levier suffit pour l'emplissage jusqu'à concurrence d'un poids déterminé à l'avance. Automatiquement, le sac est pesé, et la distribution du ciment interrompue. L'opération se fait sans aucune production de poussières.

Le ciment arrivant des magasins passe à travers un manchon métal-

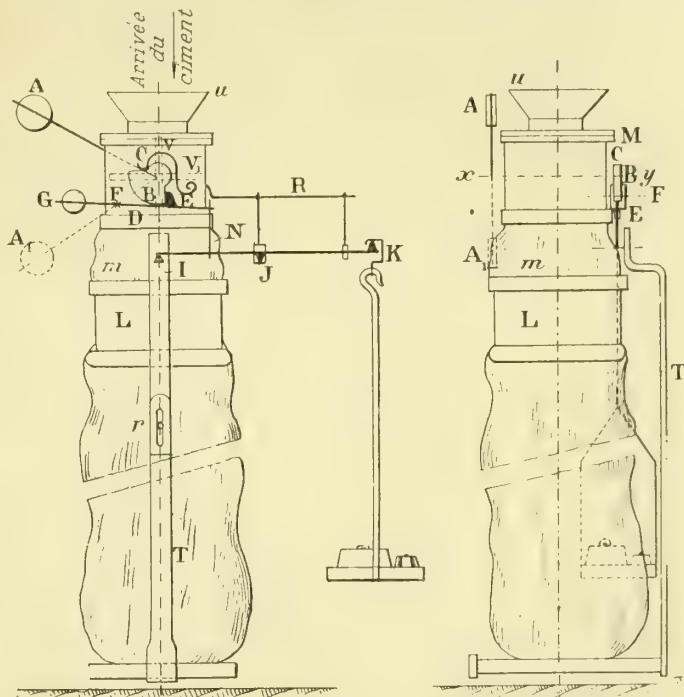


FIG. 1 et 2. — Vues latérales de l'ensacheur automatique.

lique de distribution M qui peut être obturé ou dégagé complètement par la rotation de la valve à papillon V.

L'axe xy de la valve V porte une partie du mécanisme à chacune de ses extrémités. D'un côté un levier à contrepoids A; de l'autre côté un quadrant B maintenu en position par un ressort C; un levier D dont l'axe F est fixé sur le manchon M, porte un heurtoir E, dont le but est de dégager le quadrant B. Le levier D comporte, d'une part, un contrepoids G qui tend à maintenir le heurtoir E contre le quadrant B et, d'autre part, une bielle N qui le relie au fléau IJK de la bascule. Le bras R est fixé au manchon M.

Le sac est relié au manchon M par l'intermédiaire d'une enveloppe flexible m portant un second manchon métallique L auquel est suspendu le sac.

L'enveloppe flexible m donne un peu d'élasticité à l'ensemble pendant le remplissage; le coulisseau de réglage r sert à faire varier la longueur de la tige de suspension T et à l'adapter à la longueur du sac.

L'ouvrier soulève le levier A, d'où ouverture du papillon V qui laisse passer le ciment.

Lorsque le poids fixé par la tare déposée sur le plateau est atteint, la plate-forme du sac descend, entraînant, par l'intermédiaire de la bielle N, le levier D. Le heurtoir E dégagé le quadrant B qui tourne sous l'action du levier contrepoids A. Ce levier contrepoids vient en A₁, la valve en V₁, et le passage du ciment est arrêté.

L'ouvrier est averti de la fin de l'opération par la position du contrepoids A₁.

On peut imaginer de nombreux systèmes de distribution du ciment aux entonnoirs u. Voici celui adopté par la Woul-dam Cement Co.

Les huit sacs sont accouplés; chacun d'eux est réuni à l'une des jambes d'une culotte dont le tronc est fixé au fond du réservoir à ciment qui est horizontal et de forme hémicylindrique. Le ciment y chemine régulièrement au moyen d'une vis sans fin. De plus, chacune des ouvertures, commandant le tronc d'une culotte, est ouverte ou fermée par une porte manœuvrée de l'extérieur au moyen d'un volant.

Avec cet appareil l'ensachage se fait deux fois plus vite qu'à la main, la dépense de l'opération est aussi diminuée de moitié pour un même poids ensaché. On y gagne en outre, que l'ouvrier travaille dans des conditions d'hygiène bien meilleures, la poussière étant totalement évitée, et que la pesée est faite avec une plus grande précision.

SOCIÉTÉS SAVANTES ET INDUSTRIELLES

Académie des Sciences.

Séance du 5 septembre 1904.

Chimie générale. — *Sur un réactif des phosphore, arsénure et antimonure d'hydrogène.* Note de M. P. LEMOULT.

Lorsqu'on met en présence le réactif de Nessler et le phosphore d'hydrogène PH_3 , les premières bulles de ce gaz produisent un précipité jaune orangé cristallin qui s'altère rapidement en donnant une masse goudronneuse. En cherchant les causes de cette altération, M. Lemoult a constaté qu'elle est due à l'alcalinité de la liqueur, ce qui l'a amené à faire réagir PH_3 et ses analogues, AsH_3 et SbH_3 , sur l'iodomercure de potassium neutre.

Il résulte de ces expériences que l'iodure mercurique dissous dans l'eau en présence de KI (HgI_2 , $n\text{KI}$ avec $n > 2$) constitue un réactif très sensible pour déceler la présence des trois gaz : PH_3 , AsH_3 , SbH_3 , qui le réduisent. Dans tous les cas, il se fait de suite un précipité cristallin très caractéristique, jaune orangé, brun clair ou brun noir dont le type est l'iodophosphure de mercure PHg_2I_3 et dont la formation peut être facilement démontrée dans une expérience de cours, comme d'ailleurs celle du composé HgI_2 , 2AsH_3 .

Minéralogie. — *Sur les macles.* Note de M. G. FRIEDEL, présentée par M. Michel Lévy.

Dans cette note, M. Friedel complète l'exposé de sa théorie des macles.

Electricité. — *Sur un interrupteur à vapeur.* Note de M. K. R. JOHNSON, présentée par M. Becquerel.

L'idée d'employer l'échauffement Joule pour l'interruption d'un courant électrique a conduit M. Simon à la construction d'un interrupteur connu sous le nom de *Lochunterbrecher*. Des expériences faites avec cet instrument par M. Johnson, il résulte que l'effet de celui-ci ne serait pas dû à l'échauffement Joule, mais proviendrait de causes étrangères à l'échauffement. Afin d'obtenir un interrupteur agissant par l'échauffement Joule, l'auteur a imaginé le dispositif suivant :

Un entonnoir renversé, dont le tube avait 7 millimètres de diamètre et 10 millimètres de longueur, était mastiqué à la partie inférieure d'un cylindre de 75 millimètres de diamètre. Le vase ainsi formé fut immergé dans un gobelet, rempli d'un mélange de solution d'alun et d'acide sulfurique. Deux plaques d'aluminium étaient placées en électrodes, l'une dans le cylindre et l'autre dans le gobelet extérieur, et ces électrodes étaient réunies aux pôles d'une batterie de 110 volts. En fermant le circuit on voit une bulle de vapeur se former dans le tube de l'entonnoir, s'échapper dans le cylindre intérieur, où elle est rapidement condensée; le circuit est ouvert quand la bulle occupe le tube, et il est fermé quand la bulle s'est échappée dans le cylindre. Le courant peut donc former une nouvelle bulle, qui monte de nouveau dans le cylindre, etc.

Cet interrupteur a l'inconvénient de fonctionner assez lentement (la fréquence est même plus petite que celle de l'interrupteur Foucault), mais d'autre part il jouit de l'avantage de fonctionner indépendamment des dimensions du circuit métallique et même en l'absence d'une bobine d'induction ou d'un solénoïde, tandis que les interrupteurs de Wehnelt et Simon exigent une self-induction, qui ne peut varier que dans des limites assez étroites.

Physiologie expérimentale. — *Les rapports de la circulation sanguine et la mesure de la sensibilité tactile.* Note de M. N. VASCHIDE.

Comme technique, l'auteur a employé le haphisthésimètre Toulouse-Vaschide, l'esthésimètre de Frey et celui de Sievehing.

Il résulte de ses recherches qu'il existe un rapport étroit entre la détermination de la sensibilité tactile et la circulation sanguine.

La sensibilité tactile varie sous l'influence d'un appauvrissement (compression ou changement de position) ou d'une congestion sanguine; l'état, la finesse ou la paresse de cette sensibilité, paraît être sous la dépendance immédiate de l'irrigation sanguine. Un changement de la position du membre, des modifications notoires de la position du corps peuvent provoquer des perturbations sensorielles appréciables et même mesurables. Entre

l'état moyen et les différents états d'irrigation sanguine il semble y avoir un rapport étroit équivalent à une sensibilité plus fine quand l'irrigation sanguine est puissante et surtout constante. Les états d'anémie correspondent à une diminution sensible du tact pour évoluer vers une anesthésie sensible accompagnée toujours de fourmillements quand l'anémie est profonde.

A. B.

BIBLIOGRAPHIE

Revue des principales publications techniques.

ART MILITAIRE

Fusils à chargement automatique. — Le Comité de la National Rifle Association de Grande-Bretagne a organisé récemment un concours de carabines automatiques applicables au tir de guerre. Un seul prix de 2 600 francs devait être décerné. Les conditions étaient les suivantes. Calibre : supérieur à 6^{mm} 4 et inférieur à 7^{mm} 5 (calibre en usage dans l'armée anglaise); poids de la balle : 1^{re} 355 par millimètre de calibre; poids total de l'arme : 4^{kg} 417; l'arme devait être à chargement automatique, à magasin ou à chargeur, l'un ou l'autre devant comporter au moins 5 cartouches; possibilité de charger à volonté et facilement à tout moment une cartouche à la fois. Les tirs d'essais pour juger de la précision devaient être faits avec et sans baïonnette; ils eurent lieu à Bisley; après que les armes eussent été essayées, elles furent placées toutes chargées dans des boîtes closes où on soufflait du sable, des graviers et de la poussière en quantité déterminée, puis elles furent essayées à nouveau (50 coups) après qu'on les eût simplement secouées ou essuyées à la main : aucun raté dans le fonctionnement et le tir ne devait être observé.

Deux armes seulement furent présentées, une seule fut récompensée et n'obtint que le quart du prix fixé. La description et le fonctionnement de ces deux armes sont donnés en détail dans l'*Engineering*, du 22 juillet.

CHEMINS DE FER

Traction à grande vitesse entre Marienfelde et Zossen. — Le *Génie Civil* a publié (1) le compte rendu des expériences de traction à grande vitesse entreprises sur la ligne stratégique de Marienfelde à Zossen et, plus récemment, les premiers résultats des nouveaux essais de 1903 (2).

Comme nous l'avons dit alors, les bogies ont été reconstruits, leur empattement étant porté de 3^m 80 à 5 mètres, et la voie a été réfectionnée par l'emploi de rails de 45 kilogr. et de contre-rails. Le freinage a été modifié de façon à obtenir une pression croissante avec la vitesse, et atteignant aux grandes vitesses 200 % du poids de la voiture. Les frotteurs ont été divisés en trois parties, en vue de réduire la masse soumise aux chocs.

Les voitures ainsi modifiées ont permis d'atteindre la vitesse de 210^{km} 2 à l'heure, la fréquence étant 47,5 et le glissement des moteurs 6 %. La puissance fournie avait été 2 040 kilowatts, l'accélération moyenne 0^m 16. La vitesse moyenne pendant ce parcours a été 177^{km} 5 à l'heure, la puissance moyenne sur la voiture 1 045 kilowatts, le facteur de puissance 0,63.

L'*Electrical Review*, des 16 et 23 juillet, contient un mémoire de M. Alexander SIEMENS où les résultats définitifs de ces essais se trouvent relatés avec divers détails complémentaires.

La dépression des rails a été mesurée à l'aide de témoins en plomb et trouvée de 6 à 7 millimètres à la vitesse de 123 à 145 kilom. à l'heure.

La résistance de l'air d'une surface normale à la direction de la marche a été trouvée $r = 0,0052 v^2$ (v en mètres par seconde; r , résistance en kilogrammes par mètre carré) pour des vitesses allant jusqu'à 150 kilom. à l'heure.

La puissance a été mesurée dans la période d'accélération, et à vitesse constante. L'accélération restait faible, le matériel générateur étant insuffisant. Le rendement pendant l'accélération était 45 %.

(1) Voir le *Génie Civil*, t. XLII, n° 41, p. 161, et n° 42, p. 177.

(2) Voir le *Génie Civil*, t. XLIV, n° 2, p. 29.

Dans l'intervalle, MM. Siemens et Halske ont également construit une locomotive à 10 000 volts, qui a été essayée avec succès, l'expérience ayant montré que l'emploi direct de la haute tension assurait un meilleur rendement et un facteur de puissance plus élevé.

L'article est accompagné de courbes et tableaux résumant les principales mesures faites au cours des essais.

Expériences sur des attelages de tenders de locomotives. — Les expériences relatées dans les numéros de mai et juin de l'*Organ für die Fortschritte des Eisenbahnwesens* furent entreprises par la Direction des Chemins de fer prussiens, dans le but de rechercher l'influence du serrage initial des ressorts des attelages de tenders sur la fatigue des accouplements. Ces essais ont été effectués sur la ligne de Tempelhof à Zossen, avec de lourds trains de marchandises, de composition constante, ayant leurs attelages soit lâches, soit serrés, tandis que les ressorts des attelages de tenders recevaient des tensions initiales variées, ainsi que des dimensions différentes. Les démarrages et les arrêts ont été faits soit lentement, soit brusquement et dans les conditions les plus diverses de la pratique courante. La charge des trains remorqués était de 1 180 tonnes avec attelages lâches et de 780 tonnes avec attelages serrés.

Toutes les circonstances expérimentales étaient relevées au moyen d'appareils enregistreurs et, notamment, la vitesse de marche, les efforts au crochet de traction, les compressions des ressorts du tender, enfin les efforts de traction exercés dans le dernier tiers de la longueur du train.

Les ressorts de traction, en forme d'hélice conique, avaient une résistance suffisante pour qu'en aucun cas ils ne fussent bloqués; les flèches résiduelles constatées après compression, variaient de 2 à 38 millimètres. La tension initiale des ressorts d'attelage de tenders s'est élevée jusqu'à 12 000 kilogrammes.

La conclusion la plus caractéristique à tirer de ces essais est que l'accroissement de la tension initiale des ressorts a pour effet de réduire la compression des ressorts des véhicules pendant la marche, lors des freinages et, surtout, aux démarrages. Par contre, il n'a pas été constaté de diminution dans le maximum des efforts agissant entre la locomotive et le train. On n'a eu à noter, durant la période expérimentale, aucune rupture d'accouplement ni aucun incident analogue.

Chariot transbordeur électrique de la Compagnie de l'Ouest. — Le type de chariot électrique, sans fosse, que la Compagnie de l'Ouest vient de mettre en service dans ses gares de Paris-Montparnasse et du Mans, et dont la *Revue générale des Chemins de fer* a donné la description dans son numéro d'août, présente cette particularité qu'il peut passer dans des courbes assez raides, dont le rayon s'abaisse à 90 mètres. Le chemin de roulement est formé de trois rails, sur lesquels circulent trois files de galets supportant le châssis. Les rails porteurs du chariot ont une longueur de 9^m 170; ils peuvent recevoir des véhicules ayant un empattement de 8^m 80 et un poids de 30 tonnes.

Le moteur électrique qui actionne le transbordeur est, suivant le cas, un dynamo de 11 kilowatts sous une tension de 120 volts, ou de 15 kilowatts sous 220 volts. Le moteur transmet son mouvement par engrenages à un arbre intermédiaire, qui commande à son tour l'un des essieux du chariot. Un frein à ruban est monté sur l'arbre intermédiaire. Celui-ci peut être embrayé, à volonté, avec un treuil de halage dont l'axe se trouve dans son prolongement. Toutes les manœuvres se font au moyen de leviers, renfermés dans une cabine portée par le transbordeur.

Pour faciliter le déplacement en courbe, les galets moteurs ont des diamètres croissant proportionnellement à leur distance au centre de la courbe, de façon à réaliser un mouvement conique. Les galets porteurs ont le même diamètre, en raison de leur indépendance relative.

Le poids total d'un chariot est de 16^t 5. L'effort de démarrage, avec une surcharge de 17 tonnes, absorbe de 5 à 6 kilowatts. Cet effort s'abaisse de 1,5 kilowatt pendant la marche.

Le cinquantenaire de la ligne du Semmering (Autriche). — Au mois de mai dernier on a célébré, en Autriche, le cinquantenaire de la ligne du Semmering, la première ligne de montagne construite en Europe et qui fut livrée à l'exploitation en juillet 1854.

Les premières locomotives furent choisies après un concours dont les conditions étaient : remorquer 140 tonnes à la vitesse de $11^{\text{km}} 5$ sur rampe de $1/40$ et de 190 mètres de rayon.

Les machines présentées n'ayant pu suffire aux exigences du service, on adopta des machines Engerth, dont le type a été longtemps classique comme locomotives à marchandises de grande puissance. Depuis lors, on a modifié peu à peu les machines jusqu'à employer des machines compound à cinq essieux couplés remorquant 280 tonnes.

L'*Oesterreichische Wochenschrift*, du 23 juillet, publie, à cette occasion, une notice sur la ligne du Semmering, avec la photographie de tous les types de locomotives adoptés successivement, et donne un compte rendu des fêtes du cinquantenaire.

CONSTRUCTION DES MACHINES

Calcul des clapets à ressorts. — La *Zeitschrift des Vereines deutscher Ingenieure*, des 23 et 30 juillet et 6 août, publie un mémoire de M. BERG sur le calcul des clapets à ressorts employés dans la construction des pompes.

L'auteur y établit les formules du mouvement et du débit des clapets, puis il décrit une série d'expériences qu'il a entreprises, depuis longtemps, au laboratoire de l'École technique de Stuttgart, pour déterminer les conditions de fonctionnement des clapets automatiques à ressorts. Ces expériences ont porté principalement sur le choc des clapets contre leurs sièges, la tension des ressorts, la détermination des courbes de levée et de débit des soupapes, ainsi que de certains coefficients qui entrent dans les formules générales.

En terminant, M. Berg applique ces formules au calcul des dimensions des soupapes et de leurs ressorts, dans le cas des pompes actionnées par manivelle, pour divers types de soupapes.

ÉLECTRICITÉ

Les conducteurs en aluminium. — L'*Electrical Review*, du 2 juillet, reproduit un mémoire où M. R. J. PARKE compare l'aluminium avec le cuivre au point de vue de son application aux conducteurs électriques. À égale résistance électrique, la section d'un conducteur en aluminium doit être 1,56 fois celle du cuivre; son poids est 0,47 fois celui du cuivre, et son prix unitaire peut être 2,13 fois plus grand, à égale dépense. Son coefficient d'augmentation de résistance avec la température est pratiquement le même.

Le moindre poids de l'aluminium réduit les frais de transport et de montage. Les poteaux, supports et isolateurs étant soumis à de moindres efforts, leur dépense d'entretien se trouve réduite. La pratique a de plus montré que le givre ne se forme pas, ou ne se forme que difficilement sur les fils d'aluminium.

Par contre, l'aluminium présente comme inconvénients la difficulté des joints, une flèche plus grande en raison d'un coefficient de dilatation plus élevé, enfin une solidité insuffisante, dans les dimensions qui conviennent aux fils téléphoniques ou télégraphiques.

L'auteur décrit les diverses méthodes appliquées au jonctionnement des conducteurs d'aluminium : épissure ordinaire; extrémités rapportées et pourvues de filetages; manchon comprimé à l'aide d'une presse portative.

Les principales applications de l'aluminium ont eu pour objet, jusqu'ici, les feeders de tramways et les lignes à haute tension.

Après avoir indiqué le résultat d'essais qu'il a faits sur des câbles d'aluminium, au point de vue de la résistance mécanique et électrique, il montre que les différences d'effet Thomson, de self-induction et de capacité sont nulles ou à l'avantage de l'aluminium, qui est, par suite, propre à la transmission des courants alternatifs.

Mesure de la puissance d'un moteur à champ tournant. — Au voisinage du synchronisme, le couple d'un moteur d'induction est à peu près proportionnel au glissement. M. ALEXANDERSON décrit, dans l'*Electrical World*, du 6 août, une méthode d'essai industriel basée sur cette proportionnalité. La mesure de la variation de couple qui correspond à une variation donnée de glissement permet de calibrer le moteur, et réduit toutes les mesures ultérieures à une lecture du glissement. Cette lecture se fait stroboscopiquement en traçant à l'extrémité de l'arbre autant de secteurs, alternativement blancs et noirs, qu'il y a de pôles au moteur, et en les éclairant

par un arc alimenté par la même source que le moteur.

Cette méthode permet de mesurer directement les pertes par frottement et ventilation (glissement à vide) ce qui est laborieux par les autres procédés. Elle donne le moyen de faire les mesures sur les moteurs pendant la marche pratique.

L'auteur a d'ailleurs vérifié par des mesures comparatives, qu'elle est exacte dans les limites ordinaires de marche industrielle des moteurs synchrones.

ÉTUDES ÉCONOMIQUES

Le développement de l'influence allemande dans la province de Kiautchéou (Chine) en 1903. — Les *Annalen für Gewerbe und Bauwesen*, du 15 juillet, résument d'après une publication officielle les progrès de la colonie allemande de Kiautchéou et du chemin de fer de Tsingtau à Tsinanfou (1).

Le développement du commerce a été très satisfaisant, les importations étrangères (le commerce chinois mis à part) ont doublé : plus de 8 millions de dollars, non compris les matériaux du chemin de fer.

La voie ferrée a atteint Tsinanfou le 23 février 1904 ; elle mesure maintenant 390 kilom. Un train fait le trajet complet tous les jours, et d'autres trains locaux desservent les marchés des différentes villes situées sur la ligne. Ces trains sont mixtes et comportent trois classes de voyageurs. L'attitude des autorités et des populations chinoises vis-à-vis des travaux du chemin de fer a été pacifique.

Le commerce maritime est aussi en bonne voie d'augmentation, la Compagnie Hambourg-Amerika dessert Tsingtau depuis mars 1903 et assure les relations avec Chang-hai, Tchefou, et Tien-tsin. Le Norddeutscher Lloyd y apporte aussi d'Europe un fret important. Le mouvement des navires japonais dans le port de Tsingtau s'est fortement accru, et notamment la Compagnie Osaka Schosen Kaischa avait organisé tous les mois un service de luxe entre Tsingtau, Tchefou et Kobé. En outre, Tsingtau devient une station balnéaire très réputée dans tout l'Extrême-Orient.

L'article précité ajoute d'autres renseignements intéressants sur les travaux publics de la colonie (phares, dragages du port, alimentation en eau, rues, etc.) et sur les recherches minières. On exploite le charbon dans plusieurs endroits, mais il est, paraît-il, jusqu'ici, de qualité médiocre. De nombreux sondages ont été entrepris.

Les essais de culture de la vigne, avec des plants importés d'Allemagne, ont bien réussi ; on cherche aussi à cultiver le tabac, le coton, le chanvre, etc. En résumé, l'avenir de la colonie allemande de Kiautchéou paraît devoir être prospère.

MÉCANIQUE

Pompes centrifuges à haute pression. — M. DUBBEL rappelle, dans la *Zeitschrift des Vereines deutscher Ingenieure*, du 2 juillet, quelques pompes centrifuges à haute pression déjà relativement anciennes, notamment une pompe Sulzer, à l'Exposition de 1900, refoulant 60 litres par seconde à 100 mètres de hauteur.

Depuis, le développement de la commande électrique des machines et le perfectionnement rapide des turbines à vapeur ont aidé aux progrès des pompes centrifuges et, si le rendement de celles-ci est inférieur à celui des pompes à pistons, leur facilité d'emploi et leur moindre prix n'en sont pas moins d'excellentes raisons de les préférer souvent.

C'est notamment le cas des installations d'exhaure, où ces pompes tiennent peu de place et peuvent être commandées à distance tout en étant couplées directement à un moteur électrique. On peut citer les deux pompes Sulzer de la mine Victor, à Rauxel, qui débitent ensemble 7 mètres cubes par minute à 525 mètres de hauteur, et deux autres pompes des mêmes constructeurs, montées en série, à la mine Consolidation, qui refoulent 3 mètres cubes à 660 mètres.

M. Dubbel décrit une curieuse pompe électrique mobile pour puits, qui se compose des organes suivants, superposés et fixés à deux longs montants en fer entretoisés : une crépine; un tuyau d'aspiration; une pompe à quatre couronnes, dont l'arbre est vertical et se prolonge par l'arbre du moteur électrique cuirassé qui surmonte la pompe; enfin deux tuyaux de refoulement qui se rejoignent en haut du

bâti, et forment l'amorce de la colonne montante, avec une vanne d'arrêt.

Le bâti, étroit et long, qui supporte tout cet ensemble, est suspendu par une poulie à deux câbles permettant de descendre ou de remonter la pompe à volonté.

Il reproduit ensuite les coupes de la pompe centrifuge Jaeger (Leipzig) qui présente une combinaison d'aubages fixes et d'aubages mobiles concentriques, assez compliquée.

Ces pompes sont assemblées en série au nombre de deux, trois ou quatre sur un même arbre.

Machine à essayer les chaînes, d'une puissance de 100 tonnes. — L'*Engineer*, du 22 juillet, décrit une machine à essayer les chaînes, câbles, maillons ou crochets, que MM. Samuel Denison and Son, de Leeds, viennent de construire pour le compte de l'amirauté japonaise.

Cette machine est du type horizontal et peut essayer des pièces dont la longueur va jusqu'à 3 mètres. L'effort est appliqué au moyen d'un piston hydraulique fonctionnant avec de l'eau sous la pression de 77 kilogrammes par centimètre carré. Le mouvement de retour est produit par des contrepoids.

MÉTALLURGIE

La fonderie d'acier. — Dans la *Stahl und Eisen*, des 1^{er} et 15 juin, 1^{er} et 15 juillet, et 1^{er} août, M. Bernhard OSANN passe en revue les procédés particuliers de la fonderie d'acier, dont l'Exposition de Dusseldorf a permis d'apprécier le développement en Allemagne, et notamment dans la région du Rhin et de la Westphalie. Les usines Krupp, en particulier, avaient exposé des pièces dignes d'attention.

Cette branche de la fonderie remonte, selon l'auteur, aux premiers essais de J. Mayer, directeur du Bochumer Verein, en 1851, et se développa chez Krupp. Dès 1872, on peut citer la coulée, à Bochum, d'une hélice à quatre ailes de 5 mètres de diamètre, pesant 9 tonnes, pour un paquebot de la Compagnie Hambourg-Amerika.

Vers 1880, la fabrication de moulages en acier Martin commença à prendre une extension qui n'a fait que grandir jusqu'à aujourd'hui, en raison des avantages de l'acier sur la fonte ordinaire. Les presses de forges, cylindres delaminoirs, machines-outils diverses, dynamos, moteurs de traction, pompes et canalisations à haute pression, fonds de cylindres pour moteurs à gaz ou machines soufflantes, gouvernails et pièces de machines marines, etc., en utilisent des quantités sans cesse croissantes.

Les moules employés pour la coulée de l'acier doivent être en matériaux très réfractaires, eu égard à la haute température de l'acier, et fortement recuits; les fissures qui en résultent souvent n'ont généralement pas d'effets nuisibles. Il faut aussi tenir compte de ce que le retrait de l'acier est environ double de celui de la fonte. La pièce moulée est sujette à présenter des fissures, soit avant, soit après le refroidissement; les premières proviennent des inégalités du retrait, les autres sont la conséquence de tensions intérieures développées dans la pièce pendant la solidification. Enfin les soufflures constituent l'un des inconvénients les plus communs des moulages d'acier, et différents procédés ont été indiqués pour les éviter; le plus usuel est simplement l'emploi de masselottes de grandes dimensions et judicieusement placées aux endroits les plus défavorables du modèle. La température de la coulée influe sur la production des soufflures; elle ne doit être ni trop basse ni trop élevée.

D'après ce principe que l'acier doit être introduit le plus rapidement possible dans tous les points du moule, il faut, pour des pièces à formes compliquées et à grand développement, avoir des entonnoirs nombreux et des masselottes également nombreuses. La coulée se fait plus souvent en disposant le moule à plat qu'avec la fonte, où la coulée en source est souvent avantageuse. Dans son trajet à travers le moule, l'acier liquide ne doit pas avoir à franchir d'étranglements, qui amèneraient la formation de points faibles. Les masselottes se font habituellement en forme de cône ou de double tronc de cône, avec des proportions données pour la hauteur et le diamètre.

L'aspect extérieur du moulage est fréquemment gâté par des boursofflures et des inégalités qu'on cherche à éviter en facilitant le départ des scories et des gaz dégagés.

M. Osann donne un grand nombre d'exemples de pièces importantes et compliquées en acier moulé, qui figuraient à l'Exposition de Dusseldorf.

(1) Voir le *Génie Civil*, t. XLIII, n° 46, p. 255.

MINES

Les houillères de Douvres, fonçage du puits. — Il y a plus de cinquante ans déjà, les recherches géologiques de Godwin-Austen faisaient présumer qu'en Angleterre, au voisinage du Pas-de-Calais, on retrouverait les mêmes couches de houille qui sont exploitées dans le nord de la France.

Des nombreux sondages qui ont été faits à Douvres, deux seulement ont rencontré la houille; l'un tout au bord de la mer, au pied de la falaise dite de Shakespeare, entre 450 et 600 mètres de profondeur; l'autre à 6 kilom. à l'intérieur des terres, à 550 mètres. A l'emplacement de ce dernier, les difficultés techniques empêchent la construction d'un puits, mais ce travail a pu être entrepris pour le premier. En 1899, les travaux qui comportaient trois puits, un de 5^m 20 et deux de 6^m 10 de diamètre intérieur, descendus respectivement à 137, 158 et 170 mètres, furent abandonnés à cause des difficultés résultant de venues d'eau et de sables mouvants, mais ils furent repris quelque temps après. Ce sont ces nouveaux travaux que décrit l'*Engineer*, des 19 et 26 août.

Le procédé de fonçage employé est celui de Kind-Chaudron qui justement exige la présence de l'eau pour bien fonctionner.

Le système consiste à cuveler le puits avec un tube ayant extérieurement le diamètre du puits et formé d'anneaux de fonte assemblés au sommet du puits au moyen de brides venues de fonte. La partie inférieure est munie d'un diaphragme ou faux fond, portant en son centre, un tubage dans lequel l'eau du puits pénètre. En faisant varier convenablement, au moyen de pompes, le niveau de l'eau à l'intérieur de ce tubage et dans la partie annulaire comprise entre celui-ci et le tube large, on arrive à tenir le système en équilibre, ce qui permet de poursuivre les travaux de fonçage.

Le percement se fait au moyen de trépan: l'un de diamètre réduit attaquant la partie centrale, l'autre plus large attaquant la partie annulaire.

Les évaluations sont des plus optimistes: M. North, dont les rapports enthousiastes ont contribué probablement pour beaucoup dans la reprise des travaux, estime que la mine produira 2000 tonnes par jour pendant cent treize ans!

Les gisements de schistes bitumineux en Australie. — On a prétendu, dans ces dernières années, que l'Australie possédait les plus puissants gisements de schistes bitumineux qui existent au monde. Tous les gisements sont loin d'être reconnus et d'être exploités; néanmoins cette industrie minière telle qu'elle est et surtout à cause de la rapidité avec laquelle elle s'est développée méritent une étude détaillée. C'est une étude de ce genre que fait M. J. PLUMMER, dans l'*Engineering and Mining*, du 14 juillet. Il y montre surtout quelle est la nature des dépôts, comment ils se présentent et comment ils sont exploités.

L'auteur fait d'abord un historique de la question, puis il montre que, à l'inverse de ce qui a été observé pour les dépôts de même nature en Ecosse et en France, les dépôts de la Nouvelle-Galles du Sud s'étendent sur une aire de 420 kilom. du nord au sud sur 150 de l'est à l'ouest, zone dans laquelle les dépôts sont nombreux, étendus et forment des groupements très denses; cette zone est sur la bordure ouest de la région carbonifère.

Après avoir passé en revue quelques exploitations importantes, l'auteur donne des renseignements sur le traitement du schiste par distillation et sur les cornues employées à cet effet ainsi que les appareils de condensation qui sont de types très différents de ceux en usage en Europe.

Puis il décrit les opérations de raffinage et de fractionnement des divers produits extraits du kérosène.

Il termine par quelques considérations sur la valeur de nouveaux gisements qui ont été découverts dans l'Australie occidentale et sur la qualité du bitume qu'on a pu extraire des échantillons qu'ils ont fournis. D'après les premières prévisions, ces gisements seraient très puissants et exceptionnellement riches.

PHYSIQUE INDUSTRIELLE

Carburateurs par pulvérisation. — Si l'on en juge par le nombre de brevets et de modèles dont les carburateurs ont fait l'objet, la question d'une bonne carburation est loin d'être résolue. Telle est la constatation qui a amené M. J. S. V. BICKFORD

à faire une étude théorique de ces appareils dans l'*Engineer* du 22 juillet. Cette étude est restreinte d'ailleurs, aux seuls appareils à pulvérisation, bien que l'auteur se défende d'une préférence pour ceux-ci.

Il admet comme un axiome reconnu par tous les praticiens que le problème sera résolu si l'on peut réaliser une richesse constante, bien qu'il puisse y avoir intérêt quelquefois à faire varier la composition du mélange.

La quantité d'air qui passe dans le carburateur ne dépendant que de sa vitesse et de la position de la valve d'admission, tout revient à faire varier convenablement ces deux conditions. D'après l'auteur tout appareil ne tenant compte que de l'une d'elles serait voué à l'insuccès.

Il décrit successivement, dans cet ordre d'idées, les appareils Krebs, Wolseley (nouveau système), Crossley, Mercédès, Napier, etc. En étudiant ces divers modèles, il arrive à cette conclusion que le carburateur idéal, en ce qui concerne le fonctionnement, serait une sorte de gazomètre plein du mélange constant et duquel le moteur tirerait la quantité qui lui est nécessaire à un instant donné; cette condition semble réalisée dans certains carburateurs à mèches ou à évaporation, au moins entre certaines limites. Cependant les meilleurs modèles fonctionnant par pulvérisation seraient selon l'auteur à un état très voisin de la perfection en ce qui concerne le fonctionnement et le mécanisme. Quant à l'économie, il reste beaucoup à faire dans cette voie.

TÉLÉPHONES

Appareils téléphoniques employés par les chemins de fer prussiens. — Dans les *Annalen für Gewerbe und Bauwesen*, du 15 juillet, M. WILKE donne la description, accompagnée de figures, du modèle de téléphone de service construit par la Société Siemens et Halske et employé sur le réseau des chemins de fer prussiens, soit dans les postes de signaux, soit comme appareil portatif branché en cas de besoin sur les fils qui longent la voie.

L'appareil téléphonique même ne présente rien de particulier que sa construction très robuste et très ramassée. C'est un poste mural à microphone fixe; les bobines, commutateurs et magnéto sont logés dans la boîte; au-dessous, un petit pupitre; au-dessus, la sonnerie et un milliampèremètre pour vérifier la ligne.

Les piles des microphones sont réunies dans un seul des postes du circuit.

Le récepteur est porté par un bras rigide qui prend la position horizontale pendant qu'on fait usage de l'appareil, et qu'on rabat verticalement le reste du temps. Les fils souples, fragiles, et la sujétion de tenir le récepteur à la main sont ainsi supprimés.

Les postes sont groupés en circuit qui réunissent les stations de la ligne; un circuit ne comprend pas plus de huit postes.

Le modèle transportable, renfermé dans une boîte en tôle qui peut être portée par un homme, comporte en outre une pile sèche et deux petits dévidoirs avec leurs fils. L'un de ces fils aboutit à une pince isolée fixée à l'extrémité d'une tige démontable, et qui sert à prendre le contact avec un fil télégraphique. L'autre fil est mis en contact avec les rails.

TRAVAUX PUBLICS

L'arpentage à l'Exposition urbaine de Dresde, en 1903. — M. LÖSCHNER étudie, dans la *Zeitschrift des Oesterreichischen Ingenieur-Vereines*, des 15 et 22 juillet, les instruments d'arpentage qui figuraient à l'Exposition de Dresde (travaux publics et industries relatives aux constructions de toutes sortes): mires, théodolites, repères, niveaux, etc., en s'attachant à signaler les détails de construction ingénieux et pratiques, par exemple des dispositifs de réglage; des types nouveaux de mires parlantes, etc.

Concours pour la construction d'un nouveau pont sur la Sihl, à Zurich. — La *Schweizerische Bauzeitung*, des 13 et 20 août, publie le rapport du jury qui a examiné les projets présentés au concours pour la construction, à Zurich, d'un nouveau pont de 38 mètres de portée.

Les projets primés sont reproduits dans cet article: ils prévoient tous une ou deux arches surbaissées, en béton armé, ou non armé, et se distinguent surtout par les détails d'exécution et d'ornementation.

Ouvrages récemment parus.

Comptes rendus du Congrès des Sociétés savantes de Paris et des départements, tenu à Bordeaux en 1903 (Section des sciences.) — Un volume in-8° de 390 pages, publié par le Ministère de l'Instruction publique (Comité des travaux historiques et scientifiques). — Imprimerie nationale, Paris, 1904.

La première partie de ces comptes rendus est consacrée aux procès-verbaux des séances (photographie, médecine, chimie, physique, géologie, botanique, zoologie). La seconde contient les notes et mémoires présentés au Congrès, parmi lesquels nous citerons:

Topographie ancienne et moderne, et état sanitaire de Bordeaux, par M. Lasserre;

Assainissement des marais par les oiseaux aquatiques, dans l'Yonne, par M. Robin;

La lutte antituberculeuse par l'éducation physique et les colonies scolaires, par MM. Ferré et Bérard;

L'alcool et le vin devant la médecine, par M. Arnoz;

Le bassin occidental de la Méditerranée, par M. Charrol;

Hydrologie souterraine des terrains calcaires dans la région du Gard, par M. Mazauric;

Le traitement et l'évolution du black-rot et du mildew, par M. Capus;

Observation de l'éclipse de soleil du 28 mai 1900, par MM. Meslin et Wolf.

Hygiène de l'Habitation (2^e partie): les matériaux de construction, par H. BERTIN-SANS, professeur d'hygiène à la Faculté de médecine de Montpellier. — Un volume, grand in-8° de 116 pages, avec 22 figures. — J.-B. Baillières et fils, éditeurs, Paris, 1904. — Prix: 3 francs.

Ce deuxième volume de l'Hygiène de l'Habitation, qui fait suite à l'*Emplacement de l'Habitation*, est consacré à l'étude des matériaux de construction au point de vue hygiénique et sanitaire.

L'auteur y passe en revue, dans une série de chapitres: la structure des matériaux et leurs propriétés vis-à-vis de l'air (perméabilité), et vis-à-vis de l'eau (pouvoir absorbant capillaire, gélivité, faculté et rapidité de dessiccation); l'humidité des murs et sa mesure; les propriétés thermiques des matériaux (chaleur spécifique, conductibilité calorifique, étude des murs et des planchers à ce point de vue).

M. Bertin-Sans examine ensuite l'importante question de la nocivité et de la toxicité de certains matériaux: recherche du plomb et de l'arsenic, etc. Il termine en consacrant un chapitre aux rapports des matériaux de construction avec les microorganismes (transport de ceux-ci par l'air ou par l'eau à travers les matériaux, résistance à différents procédés de désinfection sur les revêtements des murs).

Les Turbo-moteurs et les Machines rotatives (vent, eau, vapeur et gaz), par H. DE GRAFFIGNY, Ingénieur civil. — Un volume in-8° de 280 pages, avec 128 figures. — Bernard, éditeur, Paris, 1904. — Prix: 10 francs.

L'auteur s'est proposé de fixer, dans une sorte de tableau général, l'état actuel de l'industrie des moteurs rotatifs, qui semblent destinés, comme l'indiquent les progrès rapides des turbines de toute nature, à devenir prochainement d'un emploi général. Il n'est peut-être pas, d'ailleurs, de branche où l'ingéniosité des inventeurs se soit autant exercée.

Laissant de côté les moteurs électriques, M. de Graffigny passe en revue, dans une longue suite de monographies, les systèmes les plus marquants de moteurs rotatifs à vent, à eau, à vapeur et à gaz.

Après avoir indiqué les principaux types de moulins à vent et de turbines hydrauliques, il consacre deux chapitres aux moteurs à vapeur rotatifs (Behrens, Filtz, Hult, Sullivan, etc.) et cinq autres aux turbines à vapeur, qui présentent aujourd'hui le plus d'intérêt (systèmes de Laval, Parsons, Rateau).

L'ouvrage se termine par l'étude des turbo-moteurs à gaz tonnants (Auriol, Ulenluth, Primat, Golay) et des turbo-machines diverses.

Un appendice contient la liste des brevets français relatifs aux moteurs rotatifs et turbines à vapeur et à gaz, de 1900 à 1904.

Le Gérant: H. AVOIRON.

IMPRIMERIE CHAIX, RUE BERGÈRE, 20, PARIS.

LE GÉNIE CIVIL

REVUE GÉNÉRALE HEBDOMADAIRE DES INDUSTRIES FRANÇAISES ET ÉTRANGÈRES

Prix de l'abonnement par an. — Paris : 36 francs; — Départements : 38 francs; — Étranger et Colonies : 45 francs. — Le numéro : 1 franc.

Administration et Rédaction : 6, rue de la Chaussée-d'Antin, Paris.

SOMMAIRE. — **Mécanique** : Les nouvelles usines Cail, à Denain (Nord). Société Française de Constructions Mécaniques (*planche XXII*), p. 337; Ch. DANTIN. — **Physique industrielle** : Chauffage à eau chaude, à circulation périodique ou continue, système Rouquaud, p. 343; A. MONTEILHET. — **Mécanique** : La turbine à vapeur Zoelly, p. 346. — **Électricité** : Séparation de l'huile des eaux de condensation par le courant électrique, p. 347. —

Variétés : Contre-écrou indesserrable, système Minne, p. 348; — Commande des machines-outils par l'électricité, p. 348; — Graisseur-régulateur, système Caloin, p. 348; — Convoyeur aérien à deux courroies, p. 349.

SOCIÉTÉS SAVANTES ET INDUSTRIELLES : Académie des Sciences (12 septembre 1904), p. 350. — **BIBLIOGRAPHIE** : Revue des principales publications techniques, p. 350; — Ouvrages récemment parus, p. 352.

Planche XXII : Usine de la Société Française de Constructions Mécaniques, à Denain.

MÉCANIQUE

LES NOUVELLES USINES CAIL, A DENAIN (NORD)

Société Française de Constructions Mécaniques.

(*Planche XXII.*)

La Société Française de Constructions Mécaniques, qui a pris en 1898 la suite des affaires de la Société des Anciens Établissements Cail, a

A l'expiration de ce délai, c'est-à-dire en 1870, une nouvelle Société se forma, dont MM. J.-F. Cail et Alfred Cail, son fils, furent les gérants. M. Alfred Cail resta seul gérant de 1871 à 1882, date de la fondation de la Société anonyme des Anciens Établissements Cail, au capital de 20 millions.

Celle-ci a été elle-même remplacée par la Société Française de Constructions Mécaniques, au capital de 12 millions, dont le siège social est à Paris, et qui possède trois usines : à Douai, à Denain et à Albert (Somme) (fig. 2), les anciens ateliers de Paris (Grenelle), autrefois décrits dans le *Génie Civil* ⁽¹⁾, ayant été supprimés en 1898



FIG. 1. — USINE DE LA SOCIÉTÉ FRANÇAISE DE CONSTRUCTIONS MÉCANIQUES, A DENAIN : Vue de l'atelier d'ajustage et de montage.

développé considérablement, dans ces dernières années, les installations de l'usine qu'elle possède, depuis 1844, à Denain, et dont nous nous proposons de donner ici une description d'ensemble.

La fondation des Établissements Cail remonte à 1812. Après avoir été dirigés par MM. Ch. Derosne et J.-F. Cail jusqu'en 1844, ils passèrent, à la mort de M. Derosne, dans les mains de M. Cail qui, en 1850, constitua pour vingt années la Société J.-F. Cail et C^{ie}.

et l'usine de Denain considérablement agrandie pour les remplacer.

Cette usine, la plus importante des trois, est particulièrement consacrée à l'usinage et au montage des charpentes métalliques : ponts et viaducs, chevalements de mines, et charpentes de bâtiments divers; des locomotives et du matériel de chemins de fer, pour voies

(1) Voir le *Génie Civil*, t. XV, n° 6, p. 403.

normale ou étroite; des machines à vapeur, chaudières, machines d'extraction, accumulateurs de vapeur d'échappement système Rateau, condensations centrales; des moteurs à gaz; des machines à glace système Linde, et des installations frigorifiques complètes, à terre ou à bord de navires; enfin, des matériels de sucreries, raffineries et distilleries, parmi lesquels nous citerons :

Des appareils pour le dessucrage des mélasse par les procédés Steffen; des appareils pour la concentration des eaux-mères; des secoueurs-transporteurs à grand débit et à faible vitesse, système Marcus; des appareils de diffusion perfectionnés pour betteraves, cannes ou bagasse, avec vidange en dessous ou à l'air comprimé; des presses à cossettes Bendel; des réchauffeurs à circulation multiple; des appareils à cuire, du système Freitag; des malaxeurs Ragot et Tourneur, à circulation rapide; des turbines à grand débit et à commande électrique; des moulins à cannes; des transporteurs et déchargeurs, pour cannes et bagasse.

L'usine de Douai est spécialisée dans la petite charpente et dans la construction de certains appareils frigorifiques ou de sucrerie.

L'usine d'Albert se compose d'une fonderie d'importance secondaire.

La Société Française de Constructions Mécaniques possède aujourd'hui à Denain, à proximité de la gare de Denain-Mines, desservie par la Compagnie d'Anzin, un terrain de 30 hectares d'un seul tenant. Une superficie de 16 hectares seulement est réservée aux ateliers, le reste devant être utilisé plus tard, soit pour l'usine elle-même, soit pour la cité ouvrière qui en dépend, et sur laquelle nous donnerons plus loin quelques indications.

Le plan d'ensemble (fig. 1, pl. XXII) montre la disposition respective des différentes parties de l'usine et permet de se rendre compte de l'étendue de chaque atelier.

La surface bâtie est de 40 000 mètres carrés; le surplus sert de parcs pour les matières premières, de chantier de montage pour certaines grandes pièces (réservoirs à pétrole, par exemple), de gare de triage et d'expédition; enfin, à l'extrémité, une longue voie permet d'essayer d'une façon très minutieuse les locomotives.

Les matières premières et les pièces de toutes sortes sont transportées dans toutes les parties de l'usine, soit par quatre grues automobiles à vapeur, de 12 tonnes, soit par deux locomotives d'usine, d'un type étudié et fabriqué en plusieurs grandeurs par la Société.

Le parc Z₁ est spécialement réservé aux matériaux approvisionnés en vue de commandes déterminées. Toutes les pièces : tôles, fers pro-

Le parc Z₂, au contraire, sert au dépôt des matériaux quelconques et des pièces encombrantes.

Comme le montre le plan (fig. 1, pl. XXII, et fig. 2 du texte), l'usine

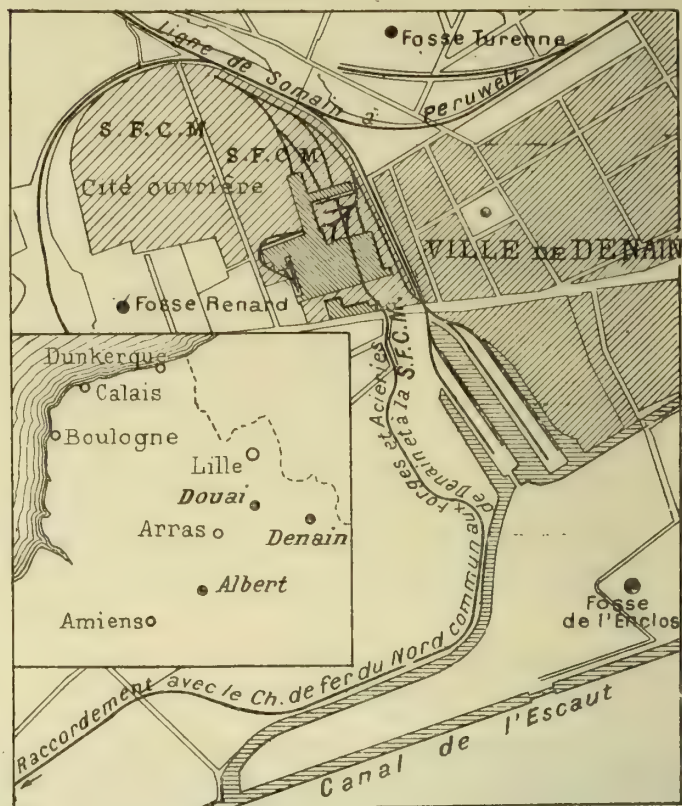


Fig. 2. — Plan d'ensemble de l'usine de la Société, et carte de la région du Nord montrant la situation des usines.

est reliée par ses voies ferrées au réseau de la Compagnie d'Anzin, qui dispose, à peu de distance dans la direction indiquée, d'un port impor-

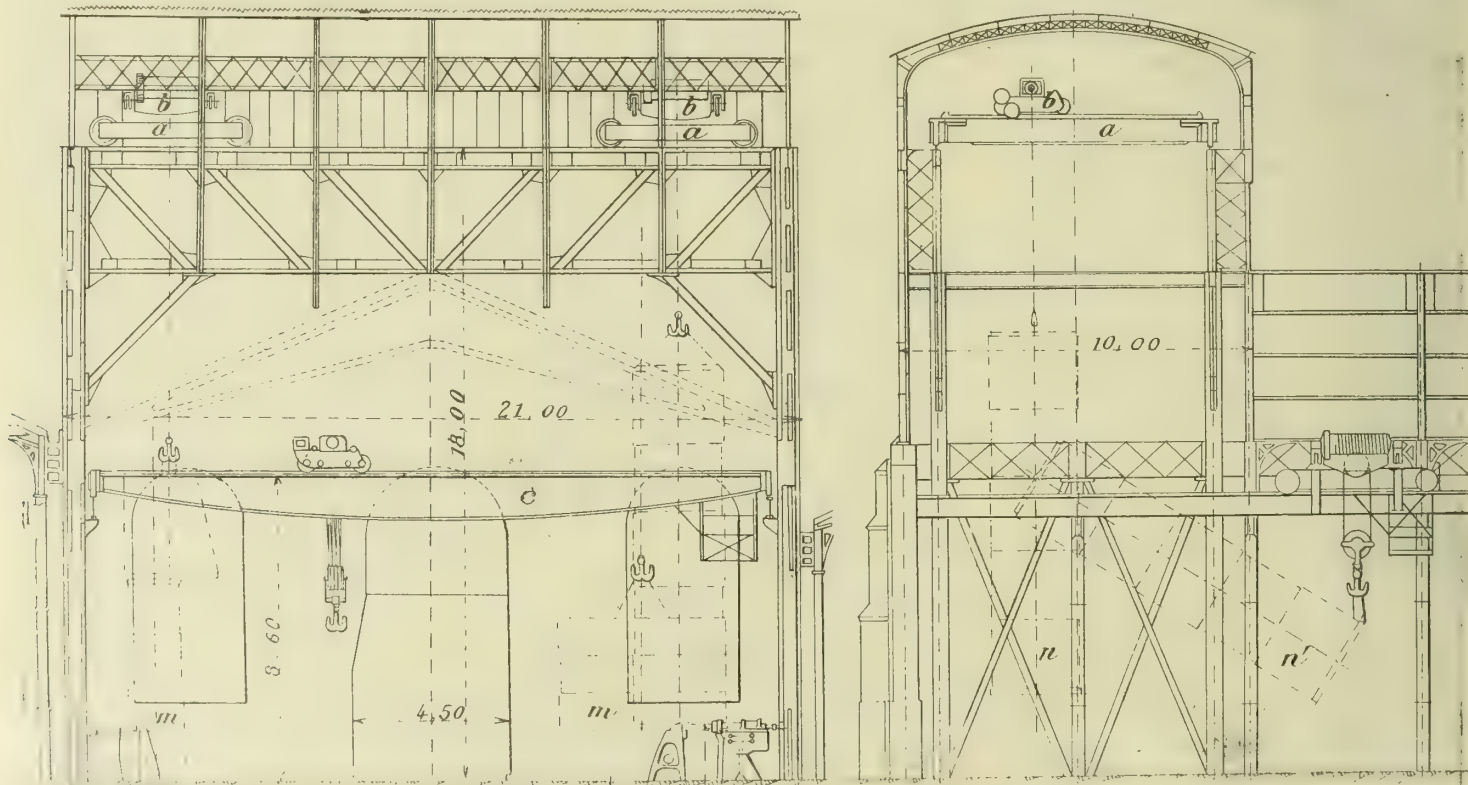


Fig. 3 et 4.

Coupes verticales du pylône de rivetage des chaudières.

filés, essieux, etc., destinées à une même commande, sont groupées ensemble, de telle sorte qu'au cours de la fabrication il ne puisse se produire aucune erreur dans la nature et la qualité des matériaux employés.

tant, ou rivage, sur l'Escaut; en outre, un raccordement lui permet d'expédier ses produits sur le réseau du Nord, en même temps que de communiquer avec l'usine des Forges et Aciéries de Denain, qui lui fournit une partie de ses fers.

USINE DE LA SOCIÉTÉ FRANÇAISE DE CO

Fig. 1. Pla

Fig. 3. Coupe des bâtiments suivant cd

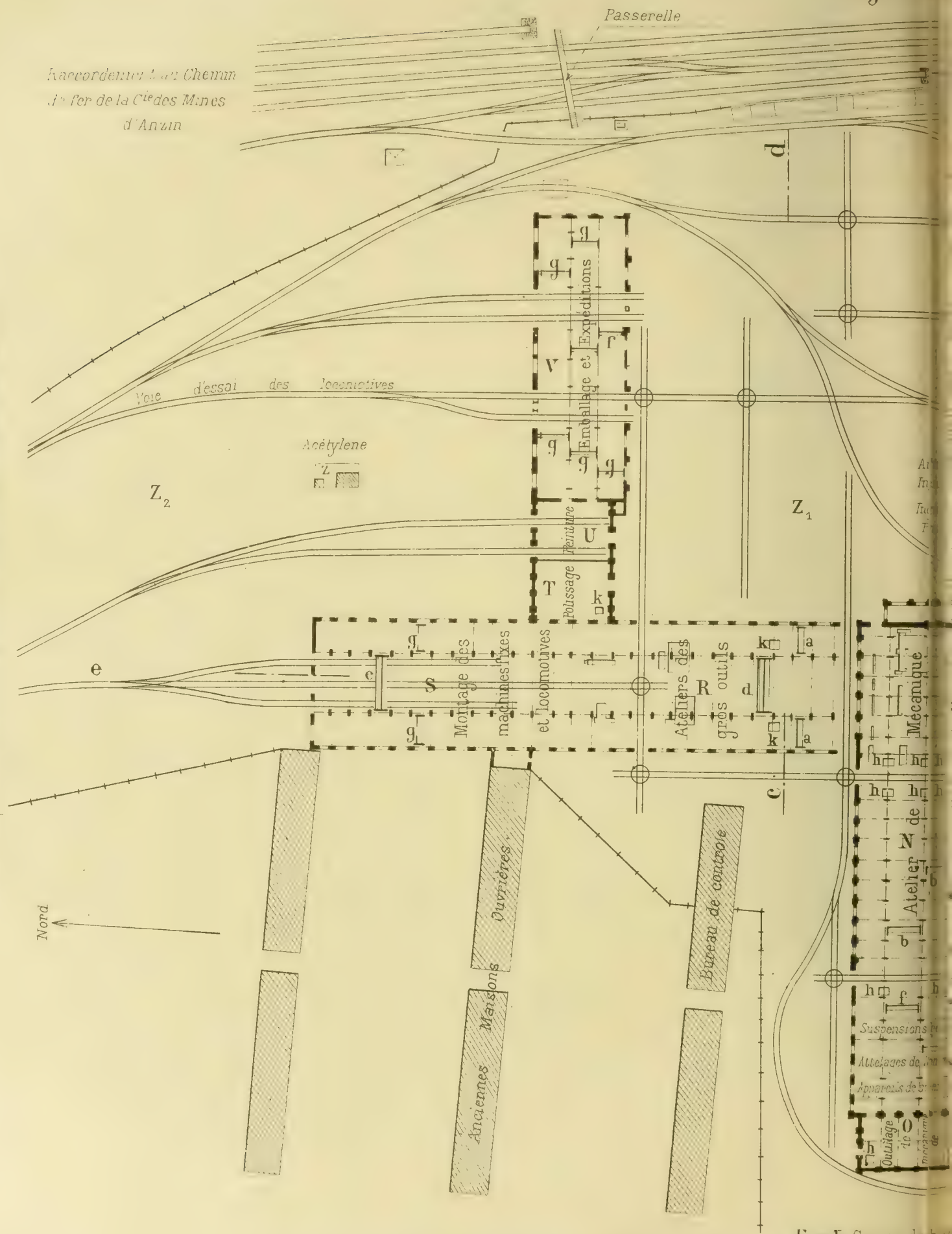


Fig. 4. Coupe des b

CTIONS MÉCANIQUES, A DENAIN (Nord)

semble des ateliers de l'Usine.

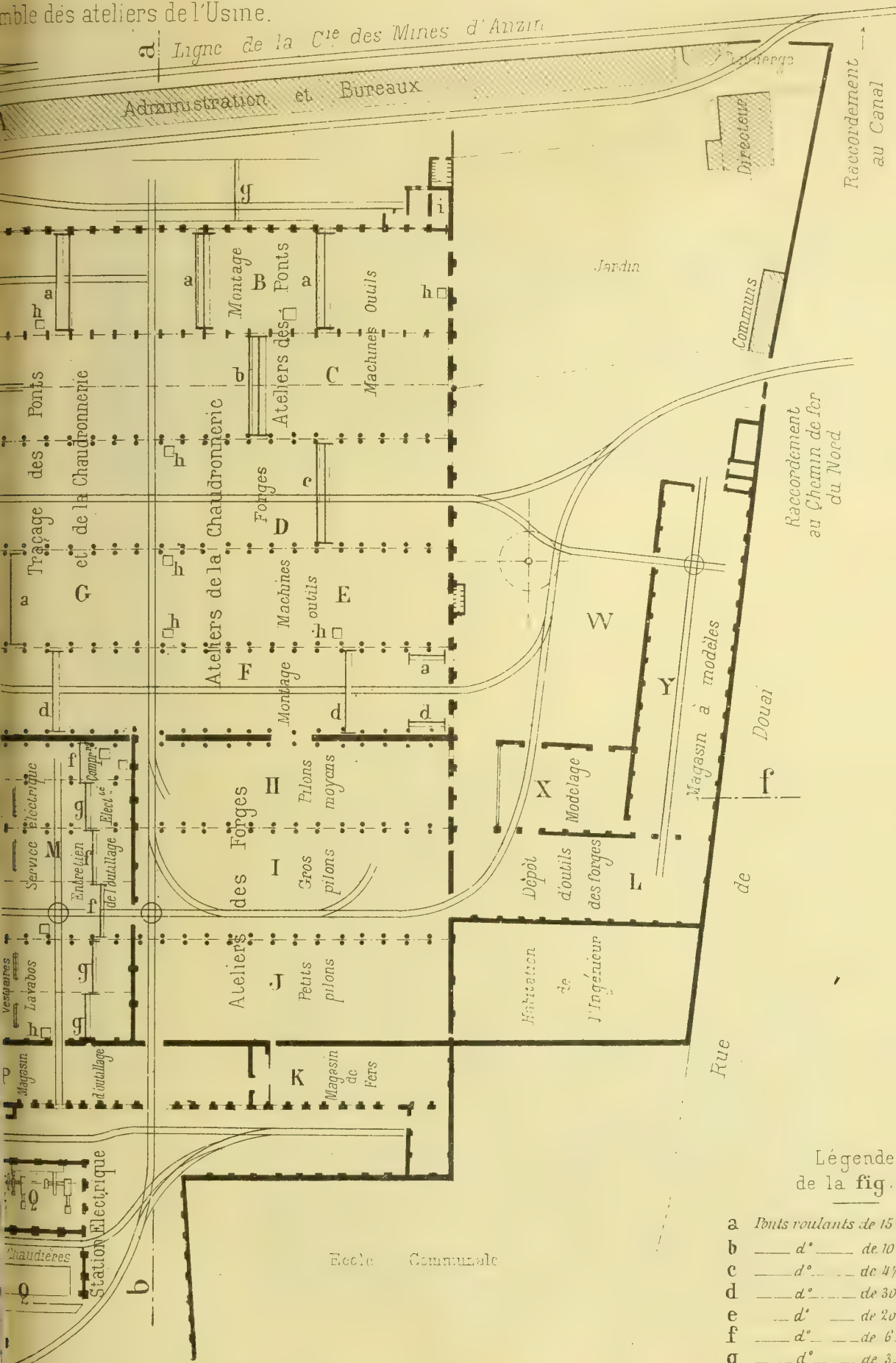


Fig. 2. Coupe des bâtiments suivant ab

Légende de la fig. 1.

- a Ponts roulants de 15 tonnes
- b — d° — de 10 — d°
- c — d° — de 4 1/2 — d°
- d — d° — de 30 — d°
- e — d° — de 20 — d°
- f — d° — de 6 — d°
- g — d° — de 3 — d°
- h Electro-moteur de 20 chevaux
- k — d° — 40 — d°
- i Batterie d'accumulateurs pour éclairage à incandescence

ts suivant ef



DIVISIONS PRINCIPALES DE L'USINE. — L'usine comprend quatre grands services, à la tête de chacun desquels est placé un Ingénieur : Chaudronnerie, Forge, Mécanique et Montage. Chaque service dispose d'ateliers distincts. Il faut y ajouter : l'atelier de modelage et de menuiserie; celui de l'outillage, annexe de la Mécanique; celui du polissage et de la peinture; celui de l'emballage et des expéditions; la station des compresseurs d'air; enfin, la station électrique et sa chaufferie.

que si les circonstances l'exigent, et dans une mesure toujours restreinte. La puissante organisation de l'usine lui permet, dans ces conditions, de produire dans une année :

12 000	tonnes de ponts et charpentes;
4 000	— de locomotives;
2 500	— de chaudières à vapeur;
3 000	— de moteurs à vapeur et à gaz, et de machines diverses.



FIG. 5. — USINE DE LA SOCIÉTÉ FRANÇAISE DE CONSTRUCTIONS MÉCANIQUES, A DENAIN : Vue d'ensemble des ateliers de charpente et de chaudronnerie.

ORGANISATION DU TRAVAIL ET PERSONNEL. — L'usine occupe actuellement environ 1500 ouvriers, qui se répartissent ainsi : Forge, 450; Chaudronnerie et Ponts, 450; Montage, 250; Mécanique, 450; divers, 200.

Leur conduite et leur surveillance sont confiées à des contremaîtres, sous les ordres des quatre chefs de service. Un Ingénieur s'occupe spécialement de toutes les questions concernant l'entretien des bâtiments et de l'outillage de l'usine; un autre, des approvisionnements.

Deux Ingénieurs sont chargés du contrôle de la fabrication et du laboratoire d'essais; enfin, le bureau des études, qui collabore avec celui du siège de la Société, à Douai, est dirigé par un Ingénieur spécial.

Un bureau particulier s'occupe de dégager les éléments du prix de revient de chaque objet fabriqué, en même temps qu'il établit les sommes dues aux ouvriers, au moyen de feuilles individuelles, sur lesquelles on contrôle incessamment la production et la durée du travail de chacun.

Le Directeur de l'usine et l'Ingénieur principal ont la haute direction de tout le personnel.

Les ouvriers, dont un grand nombre sont depuis longtemps dans l'usine et constituent un personnel exercé, travaillent généralement aux pièces, mais la Société, depuis plusieurs années déjà, a pris l'initiative de perfectionner ce système

de paiement, en le combinant avec une prime supplémentaire, suivant le système Rowan, variable avec le temps économisé par l'ouvrier pour la confection de la pièce. Un barème, établi une fois pour toutes, détermine la progression de la prime suivant l'économie de temps obtenue.

Le travail dure normalement de 6 heures du matin à 5 heures et demie du soir, avec une interruption d'une heure et demie. Le travail à deux équipes, dont les inconvénients sont bien connus, n'est employé

Bureaux et administration. — Tout auprès de l'habitation du directeur de l'usine, un long bâtiment A renferme les bureaux et les services suivants: ingénieurs, comptabilité, service des approvisionnements, bureaux des études de détail et de l'entretien; service du prix de revient; tirage des plans; laboratoire d'essais et de contrôle.

Laboratoire d'essais et de contrôle. — La Société Française de Constructions Mécaniques a organisé un contrôle minutieux de toute sa fabrication, qui s'exerce, par l'intermédiaire du laboratoire, sur les matières premières et sur les pièces usinées à chaque période du travail.

Un Ingénieur est chargé du contrôle des matériaux bruts : fers, tôles, charbons, aciers à outils, de façon à ne pas laisser compromettre le succès final par leurs défauts ou leur mauvaise qualité; un autre vérifie et accepte, de concert, s'il y a lieu, avec les agents réceptionnaires du dehors, les expéditions. Des vérificateurs, qui suivent le travail dans chaque atelier sans intervenir dans la direction des ouvriers, constatent la manière dont il est fait, et renseignent à ce sujet le bureau de contrôle.

Des gabarits de vérification, donnant les dimensions au $\frac{1}{100}$ près au moins, servent à constater si les pièces usinées ont exacte-

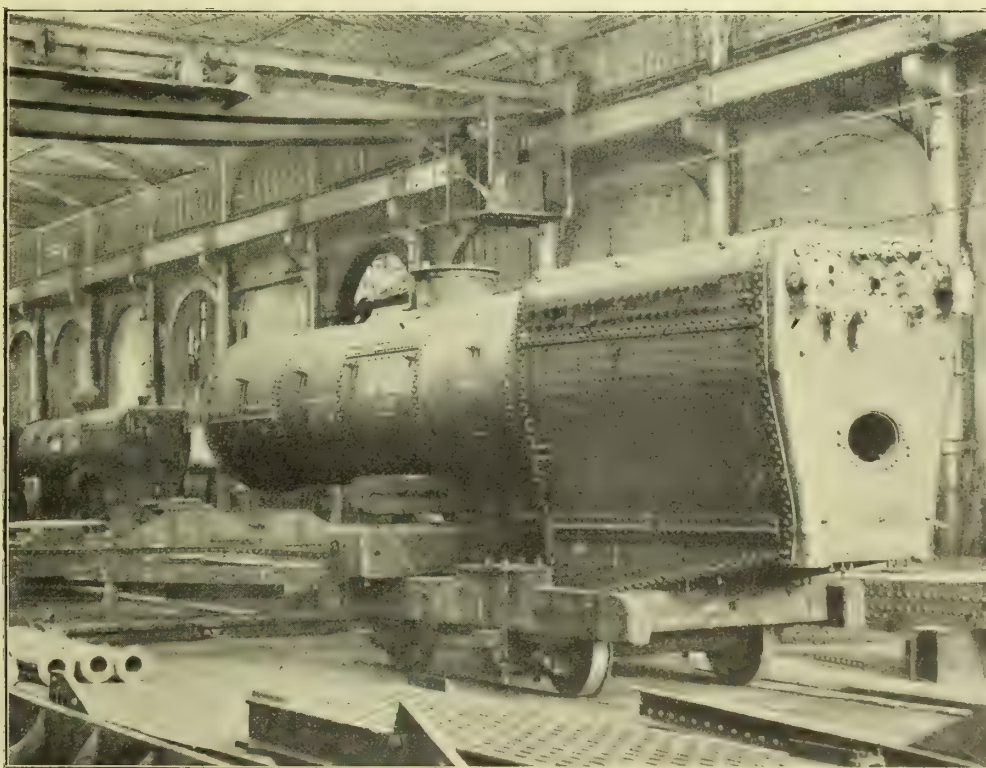


FIG. 6. — Atelier de chaudronnerie : montage des chaudières de locomotives.

tement les dimensions voulues. Ces *calibres à tolérance*, de formes différentes suivant qu'ils sont destinés à mesurer des pièces pleines (diamètre extérieur d'une tige) ou creuses (alésage d'un coussinet, d'un cylindre), sont composés chacun de deux gabarits taillés dans la même pièce, l'un à la dimension exacte et l'autre à la même dimension, augmentée ou diminuée de la tolérance maximum permise. Ces calibres sont eux-mêmes copiés, à l'aide d'un palmer spécial à trois

corps, sur des prototypes conservés à l'atelier de l'outillage, et qui n'ont pas d'autre usage. On comprend facilement que le souci d'obtenir des pièces interchangeables, avec une fabrication aussi variée, et un si grand nombre d'outils (mèches et fraises) dont le diamètre doit avoir une valeur bien déterminée, oblige à un contrôle incessant qui réclame une organisation complète.

Comme exemple des méthodes de contrôle imaginées pour satisfaire aux exigences de chaque fabrication, citons l'essai d'équilibrage des paniers de turbines de sucrerie : ceux-ci sont montés sur des paliers mobiles et amenés à leur vitesse de régime. L'examen de la stabilité des paliers montre si le panier est exactement équilibré et, s'il y a lieu, l'ajustage est modifié jusqu'à réalisation de cet équilibrage.

Au laboratoire lui-même se trouvent : un four à moufle pour les essais de charbon ; un four à bain de sels, pour l'essai de trempe des aciers ; un mouton de réception ordinaire ; une machine Thomasset à commande électrique, d'une puissance de 30 tonnes, pour les essais à la traction ; enfin, d'un usage plus pratique et plus facile en même temps, un appareil à bille d'acier pour l'essai de dureté des métaux (essai de Brinell) et un mouton dynamométrique rotatif, système Guillery.

Cette dernière machine se compose essentiellement d'un volant massif, du poids de 30 kilogr. et d'un diamètre de 0^m 50 environ, auquel on peut imprimer une rotation rapide avec une manivelle. Le volant est monté sur billes et commande, avec une minime dépense d'énergie, une petite turbine qui refoule de l'eau colorée dans un tube vertical de verre, muni d'une échelle graduée. La hauteur de la colonne liquide dans le tube sert de mesure relative à la vitesse du volant.

Celui-ci porte à sa périphérie un couteau saillant, destiné à briser l'éprouvette en essai. A cet effet, l'éprouvette, de dimensions et d'entaille conventionnelles (section de 10 × 10 millimètres), est placée dans une fourchette, auprès de la jante du volant. On imprime au volant une vitesse élevée et régulière, et on lit la hauteur de la colonne liquide, puis on avance brusquement la fourchette contre le volant ; le couteau rencontre l'éprouvette et la brise dans le plan de son entaille ; l'énergie cinétique du volant se trouve en même temps diminuée d'une quantité qui peut être appréciée par une seconde lecture sur la graduation. C'est cette diminution d'énergie, correspondant à celle qui a été dépensée dans la rupture de l'éprouvette, qui permet d'apprécier la résistance du métal au choc.

Une ingénieuse disposition des supports évite, au moment de la rupture de l'éprouvette, que le choc ne se répercute sur les billes et ne détériore les surfaces de roulement.

La Société se propose d'installer prochainement, dans ce même laboratoire, les appareils nécessaires à l'examen micrographique des aciers.

Description des principaux ateliers. — **ATELIERS DE MODELAGE.** — Dans la cour W (fig. 1, pl. XXII), se trouvent le magasin des modèles, le ma-

gasin des bois et l'atelier de modelage. L'usine fabrique, en effet, les modèles des pièces les plus compliquées, pour les envoyer aux fonderies, par exemple les ensembles de cylindres intérieurs et de boîtes de distribution des locomotives compound.

Cet atelier renferme différentes machines à affûter, à raboter, à mortaiser, à tirer d'épaisseur ; des tours, scies, toupies, etc. Chaque outil possède son moteur électrique, de sorte que le travail n'est gêné par aucune transmission mécanique.

ATELIER DES PONTS ET DE LA CHAUDRONNERIE. — Ce vaste atelier, de 120 mètres de longueur sur 110 de largeur, se compose de cinq travées parallèles, sensiblement de même largeur, mais de hauteurs variées, comme le montre la coupe verticale (fig. 2, pl. XXII). La travée centrale D, que traverse une voie ferrée principale, est spécialement destinée à l'arrivée des fers, à leur traçage et à leur distribution aux

chantiers répartis dans les travées latérales. En G et E les matières sont usinées puis, en B et F, rivées et montées (du côté B et C pour les ponts et charpentes et du côté E et F pour la chaudronnerie proprement dite) ; on voit que, dans ces conditions, les éléments suivent un cycle méthodique, sans retour en arrière et conséquemment sans fausses manœuvres. Ces ateliers pourraient d'ailleurs se substituer partiellement l'un à l'autre si la nature des travaux commandés l'exigeait.

PONTS ET CHARPENTES. — Dans l'atelier des charpentes se trouve l'outillage suivant :

Six riveuses hydrauliques, genre crocodile, accompagnées de leurs fours à chauffer les rivets, et montées sur des potences à billes qui desservent chacune un rayon de 10 mètres. Quatre d'entre elles sont adossées au mur de la première travée ; deux autres sont réparties dans la seconde travée. La facilité de manœuvre donnée par les roulements à billes permet d'employer un ouvrier de moins par machine ;

Dix aléseuses électriques portatives. Ces machines-outils, que représente la figure 18, sont d'un usage particulièrement commode pour l'usinage des pièces, par suite de leur

déplacement facile. Elles se composent d'un moteur électrique monté sur chariot, avec son interrupteur et son rhéostat, qui actionne par engrenages d'angle un porte-outil vertical mobile dans le sens de sa longueur.

Ces aléseuses sont à grande vitesse et emploient des outils en acier à coupe rapide. Il suffit à l'ouvrier d'amener l'outil, au moyen du levier visible sur la figure, à l'emplacement du trou à percer ou à aléser, et d'appuyer ensuite sur ce même levier pour enfoncer progressivement l'outil.

Le chariot se déplace sur une voie volante et, au moyen d'un pont roulant, on déplace tout cet ensemble suivant les besoins de chaque équipe. Des câbles et des prises de courant répartis sur les piliers permettent d'alimenter le moteur partout où il se trouve ;

Quatre cisailles, dont une capable de couper les tôles les plus larges, quelle que soit leur longueur ;

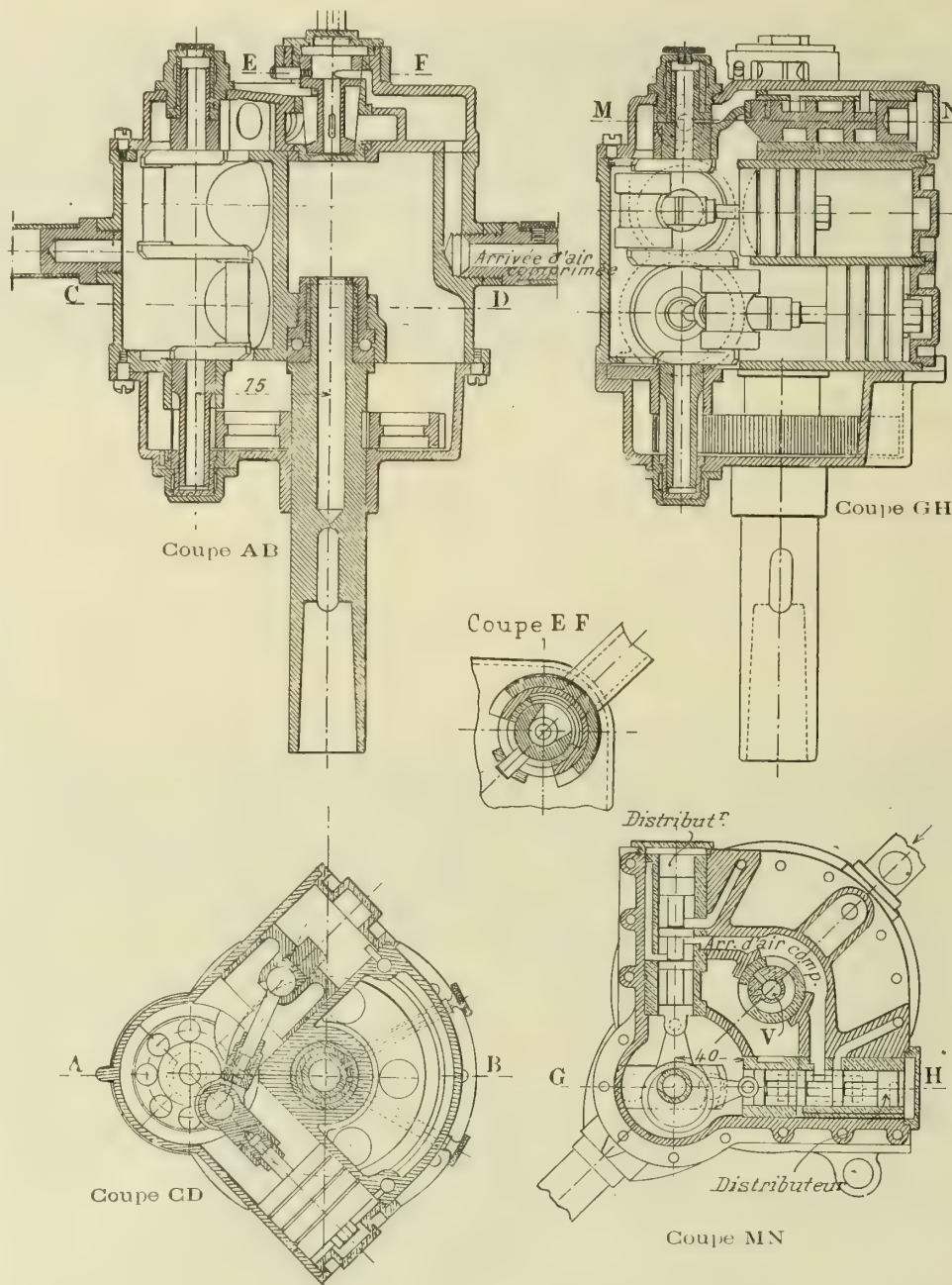


FIG. 7 à 11. — Coupes verticales et horizontales d'une aléreuse pneumatique.

Quatre perceuses radiales et onze poinçonneuses, dont plusieurs sont disposées pour le poinçonnage des cornières.

Il faut citer, en outre, trois poinçonneuses multiples, qui permettent, à l'aide de gabarits, de percer des séries de trous dans une même tôle, ou successivement dans plusieurs tôles, avec une disposition et des intervalles rigoureusement identiques. De plus, un dispositif d'embrayage permet à l'ouvrier de faire agir chaque fois un seul des poinçons ou plusieurs suivant le nombre de leviers d'enclenchement qu'il manœuvre, les autres poinçons restant fous dans leur porte-outil;

Une riveuse hydraulique fixe; une machine à chanfreiner de 6^m500; une machine à aléser sur potence; huit meules émeri de 1 mètre de diamètre; une machine à cintrer les tuyaux.

En dehors de l'atelier: une machine à rouleaux pour dresser les tôles, une machine à main et une autre à commande mécanique pour dresser les fers et trois poinçonneuses doubles à balancier, avec cisaille à cornière montée en dessous du bâti, qui portent un poinçon à chaque extrémité du balancier et servent chacune à deux ouvriers travaillant séparément.

Les machines-outils à commande électrique de cet atelier sont mues par des transmissions secondaires qu'actionnent quatre électromoteurs de 20 chevaux. Trois autres moteurs semblables sont installés dans la chaudronnerie.

Nous mentionnerons encore les trois ponts roulants électriques de 15 tonnes, dont deux à un seul moteur et un à trois moteurs dans la première travée; un autre pont de 10 tonnes, dans la deuxième travée, et un de 4 tonnes et demie, dans la troisième travée, ceux-ci à trois moteurs. Tous les ponts roulants à trois moteurs que possède l'usine sont à grande vitesse (jusqu'à 2 mètres par seconde) ce qui augmente très sensiblement la productivité de l'atelier, en réduisant le temps perdu aux manœuvres. On remarquera que les ponts sont de plus en plus nombreux et puissants à partir de la troisième travée jusqu'à la première, où les charpentes assemblées doivent être manœuvrées d'une pièce.

Les bureaux vitrés des contremaîtres, dans tous les ateliers, sont élevés à 2 mètres au-dessus du sol, ce qui facilite beaucoup la surveillance, malgré les grosses pièces et les machines importantes qui gênent la vue. Le dessous de ces cabines sert de magasin d'outillage.

On a trouvé avantageux de paver la plupart des ateliers avec des rondins de bois de 15 centimètres environ de longueur, posés debout sur du béton, et qui réalisent un pavage en bois économique tout en résistant bien aux chocs.

Installation hydraulique. — Dans le fond de la première travée, tout auprès d'une petite station électrique de réserve, se trouvent les deux installations de distribution d'eau sous pression. Deux pompes à commande électrique et deux accumulateurs constituent un groupe principal et un groupe secondaire, celui-ci de peu d'importance. L'eau est distribuée à la pression de 100 kilogr. environ.

Cette installation dessert: la grosse presse hydraulique verticale, la petite presse à embattre les ressorts dont nous parlerons plus loin, les riveuses mobiles et les quatre riveuses fixes.

A côté, se trouve la pompe élévatrice qui, puisant les eaux de l'Escaut par un aqueduc, les élève dans une bache qui fournit aux besoins de toute l'usine.

Un appareil de démarrage automatique, combiné avec un indicateur de niveau, arrête ou remet en marche le moteur électrique suivant qu'il y a excès ou manque d'eau.

L'atelier est encore pourvu de burins à air comprimé.

CHAUDRONNERIE. — Les deux travées E et F, réservées à la chaudronnerie, comportent un outillage de rivetage spécial. Dans le coin extrême de la travée F, le bâtiment se trouve surélevé par une charpente métallique dont les figures 3 et 4 montrent les coupes verticales. Le pylône rectangulaire ainsi déterminé, vitré dans toute sa partie supérieure, est desservi par trois ponts roulants, dont l'un inférieur *c* de 30 tonnes, les autres supérieurs *a* et *b*, de 15 et 30 tonnes, ces deux derniers circulant sur le même chemin de roulement. La commande de

tous les mouvements de ces engins se fait du sol même, au moyen de leviers et de rhéostats fixes.

Deux riveuses hydrauliques fixes R à piston horizontal, dont la plus grande, qui n'a pas moins de 3^m80 d'encolure, est pourvue d'un piston d'accostage, sont installées dans des fosses de 2 et 3 mètres de profondeur (fig. 3). L'ouvrier peut faire agir sur les rivets trois pressions différentes: 50, 90 ou 150 tonnes. Il est facile, au moyen de cet outillage de manutention et de ces riveuses, d'effectuer le rivetage des viroles de toutes dimensions et, en outre, d'assembler ces viroles les unes au bout des autres jusqu'à constituer des bouilleurs de 18 mètres de longueur, qui peuvent être levés et déplacés d'une pièce avec facilité. Le tracé pointillé de la figure 3 montre des chaudières *m* en cours de rivetage et on voit sur la figure 4 comment, par la manœuvre simultanée de deux ponts roulants, le bouilleur *n* est ensuite ramené dans la position ho-

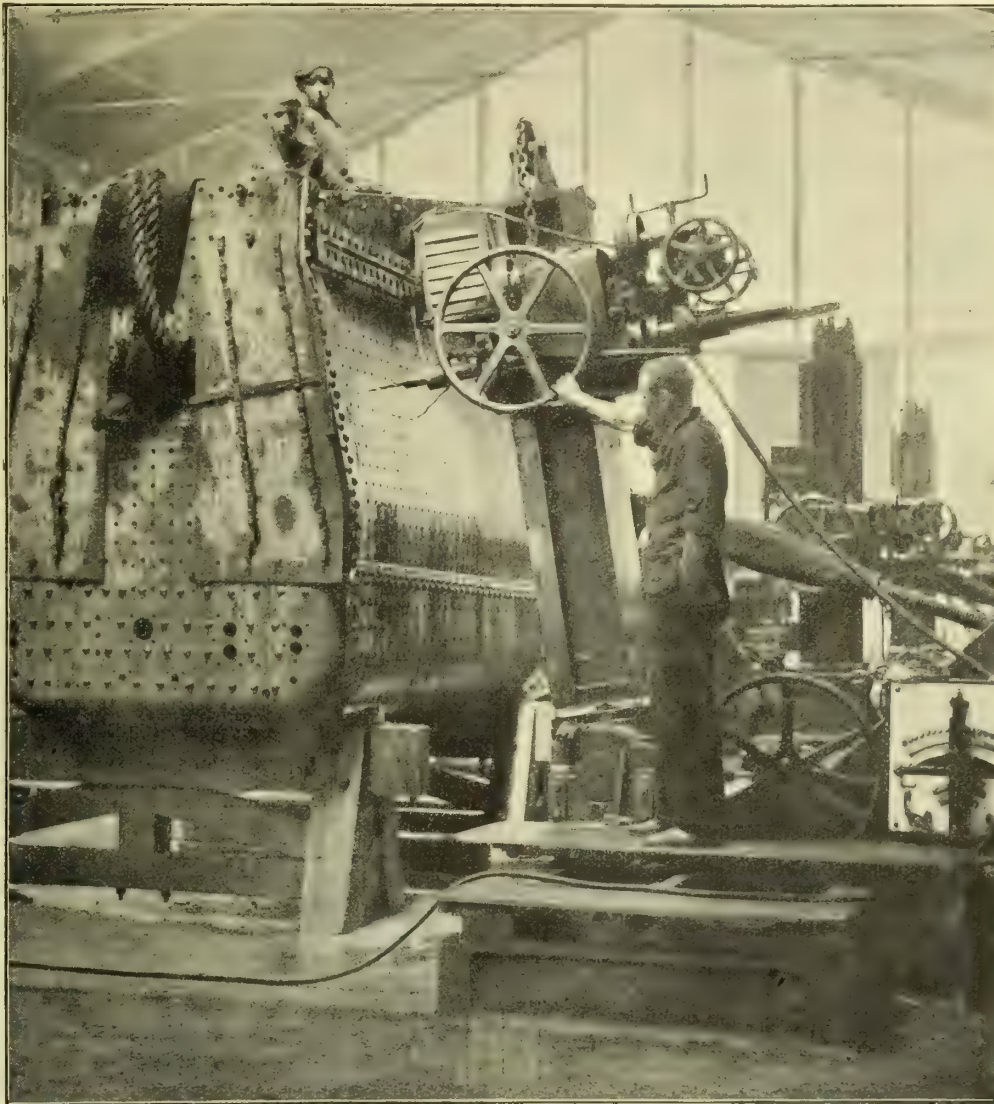


FIG. 12. — Machine à percer pour chaudières et foyers de locomotives.

rizontale pour être transporté plus loin dans l'atelier. Cette installation caractéristique travaille constamment et rend les plus grands services à l'usine.

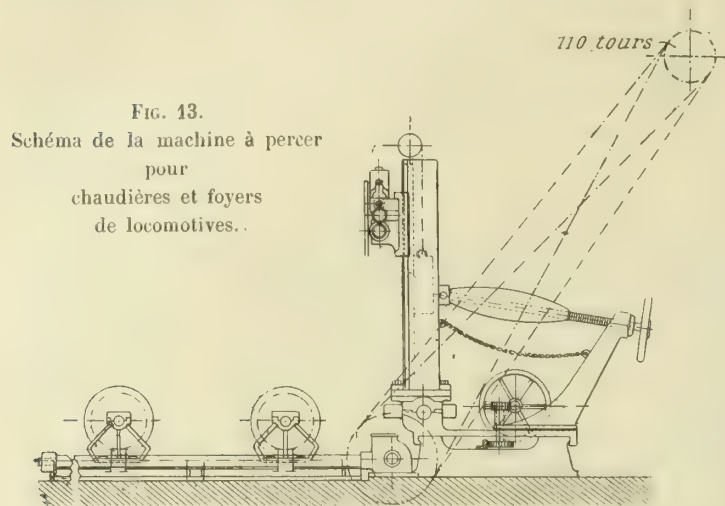
Au delà du pylône sont percés, alésés et rivés les foyers de locomotives et autres, les appareils divers, les petits générateurs, etc.

Nous signalerons seulement de nombreux marbres pour le traçage de toutes les tôles, trois machines à cintrer, dont une grosse et deux petites, quatre cisailles, deux machines à chanfreiner; une machine à fraiser et à chanfreiner, système Langbein, qui sert aussi à découper des ouvertures dans les tôles en suivant les contours d'un gabarit approprié, supprimant le traçage de la tôle et l'intervention de l'ouvrier pour suivre constamment ce tracé; deux riveuses fixes, moins importantes que celles du pylône; des forges de chaudronnerie; sept poinçonneuses, dont plusieurs peuvent poinçonner des trous de 90 millimètres dans des tôles de 12 millimètres; quatre scies circulaires et quatre tours; enfin, une quinzaine de perceuses parmi lesquelles se distinguent deux machines à percer les chaudières et les foyers de locomotives tout montés.

Machine à percer pour chaudières de locomotives. — La plus impor-

tante de ces perceuses (fig. 12 et 13) se compose essentiellement d'un bâti placé au niveau du sol et supportant des galets robustes groupés deux par deux sur un même arbre, en files parallèles. Ces galets constituent deux lignes d'appui sur lesquelles on pose la pièce à travailler, dont l'inclinaison dans le sens transversal peut être modifiée en faisant légèrement tourner les galets de chaque ligne, que commandent des engrenages et des vis sans fin.

Parallèlement aux deux files de galets, et par conséquent à l'axe



longitudinal de la chaudière qui repose sur eux, un banc horizontal supporte trois bâtis mobiles le long de sa crémaillère, au moyen de volants à main. Ces bâtis sont montés à pivotement autour d'axes inférieurs horizontaux, et peuvent s'incliner ou se relever perpendiculairement à l'axe de la chaudière quand on agit sur le volant de la bielle postérieure qui les maintient.

La partie supérieure de chaque bâti porte un chariot, dont on règle la hauteur, muni d'un moteur électrique qui commande l'outil avec les organes intermédiaires habituels.

Cet outillage permet de percer rapidement des files de trous à toute hauteur et à des intervalles quelconques dans les appareils de formes irrégulières, les trous étant d'ailleurs toujours percés normalement à la tôle, comme l'exigent les conditions d'un bon rivetage, grâce à la mobilité de l'outil dans tous les sens.

La petite machine à percer n'a que deux outils au lieu de trois.

Soudures au chalumeau oxyacétylénique. — La Société Française de Constructions Mécaniques a donné beaucoup d'extension à l'emploi de



Fig. 14. — Soudure des tôles au chalumeau oxyacétylénique.

la soudure au chalumeau oxyacétylénique dont le *Genie Civil* a déjà signalé les avantages et les propriétés (1).

Une petite station de production d'acétylène Z (fig. 4, pl. XXII) a été installée dans l'usine, à distance des ateliers, par la Société de l'Acétylène dissous. Elle comporte : un générateur, un gazomètre et un épurateur, placés en plein air ; une pompe Thirion (commandée par moteur électrique entièrement enfermé dans une enveloppe de maçonnerie), qui comprime l'acétylène dans un réservoir et le dissout

dans l'acétone, et des prises pour le remplissage des bouteilles portatives employées par les soudeurs.

Les soudeurs disposent de deux bouteilles en acier munies de manomètres et de robinets à pointeau, l'une pour l'oxygène, l'autre pour l'acétylène dissous (celle-ci complètement remplie d'une matière poreuse), et de chalumeaux spéciaux.

La soudure de toutes sortes de tôles minces, fer, cuivre ou laiton, est très rapide et très facile pour un ouvrier expérimenté, et la Société fabrique aujourd'hui par soudure un grand nombre de pièces en tôle

mince, de formes compliquées, telles que calottes et dômes de prise de vapeur, couvercles et chapiteaux d'appareils distillatoires, tuyaux de vapeur à sections variables, qui sont obtenus au moyen de tôles découpées et soudées (fig. 14). Nous citerons, par exemple, la garniture d'un tuyau de vapeur obtenue avec une bande de tôle entaillée (fig. 15), dont on soude les bords et qui, régularisée au marteau, arrive à la forme définitive (fig. 17).

Ces pièces soudées, soumises aux essais, et, notamment, à des pliages à bloc sur les parties soudées, ont montré que celles-ci n'étaient pas moins résistantes que la tôle elle-même, pourvu que le travail ait été bien exécuté,

avec une flamme neutre et à haute température que seul peut donner l'acétylène.

Pose des entretoises des foyers de locomotives. — La pose des entretoises des foyers de locomotives, qui est toujours un des points faibles de la construction lorsqu'elle est livrée à l'initiative d'ouvriers travaillant avec des outils à main, se fait à Denain au moyen d'alésoises à air comprimé dont les figures 7 à 11 montrent les coupes.

Ce sont de petits moteurs à air comprimé à quatre cylindres deux à deux superposés, non réversibles, agissant par paires sur des manivelles diamétralement opposées. Les deux paires de cylindres sont disposées sous un angle de 90 degrés, et entre elles se trouve le porte-outil (que commande un engrenage réducteur monté sur l'arbre à manivelles) ainsi que la vanne de changement de marche.

Les deux tiroirs cylindriques, placés au-dessus des cylindres supérieurs, et commandés par des excentriques, ainsi que la vanne V, montée sur l'extrémité du porte-outil, sont combinés avec les orifices de distribution et les conduits d'admission et d'échappement, de façon que l'air agit successivement sur les pistons à simple effet, sans qu'il

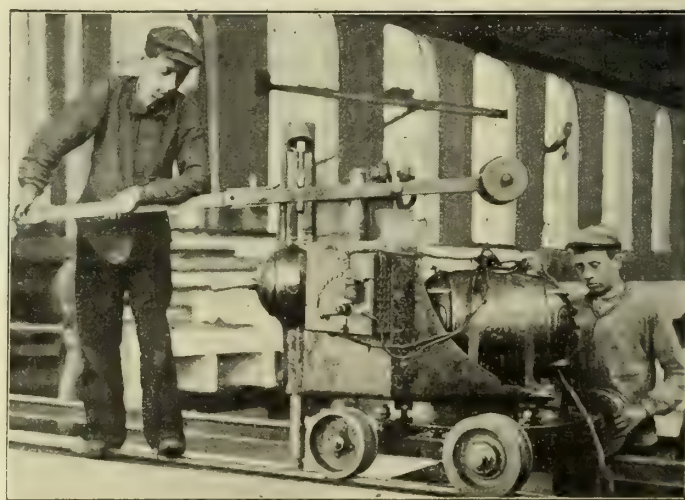


Fig. 18. — Alésoise électrique en fonctionnement.

y ait de point mort, et, malgré l'absence de volant, le mouvement est continu.

Les bielles des pistons sont terminées, comme le montre la figure 10, par des rotules qui s'adaptent à des logements en deux pièces ménagés au centre des pistons.

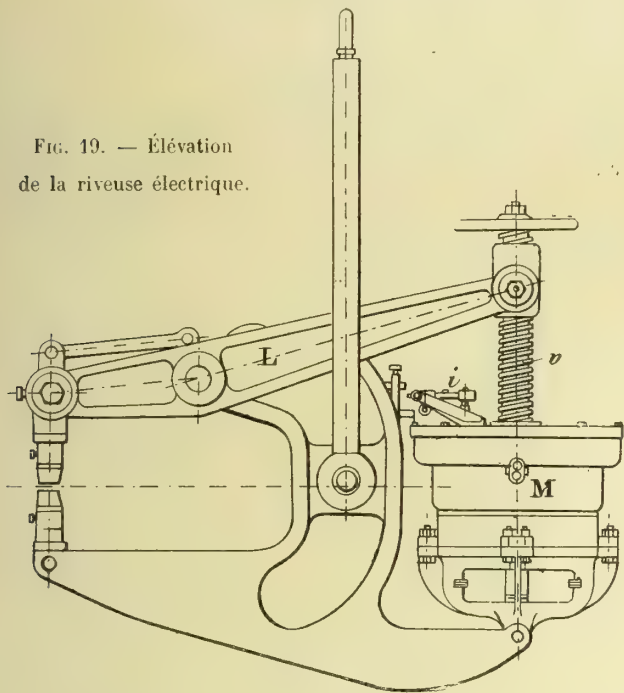
Le porte-outil est monté sur billes. En modifiant la position de la vanne V, l'échappement et l'admission se trouvent intervertis, et le sens de marche l'est également.

Voici comment a lieu, au moyen de ces perceuses à main, que deux ouvriers suffisent à manœuvrer, la pose des entretoises :

(1) Voir le *Genie Civil*, t. XLIII, n° 42, p. 480.

L'enveloppe extérieure du foyer, ou boîte à feu, ayant été préalablement percée, le foyer en cuivre est ensuite monté dans son intérieur et assemblé par les tirants verticaux et le cadre de bas de foyer.

FIG. 19. — Élévation
de la riveuse électrique.



Les trous d'entretoises y sont ensuite percés à l'air comprimé, en faisant passer la mèche par ceux de la boîte à feu. Ensuite, et de la même façon, on taraude les deux séries de trous, les tarauds employés pour les trous intérieurs étant plus fins que ceux des trous extérieurs.

Enfin les entretoises, qui sont préparées d'avance avec des extrémités filetées exactement aux mêmes dimensions que les trous, sont saisies avec une clef taraudée, de façon à ne pas abîmer le filetage, montées sur le porte-outil de la perceuse, et vissées dans leur position définitive avec une grande précision. En cas de résistance excessive de la pièce, le moteur à air comprimé cale, sans amener de rupture ni d'éclatement des tôles, et l'on est aussitôt averti du défaut d'ajustage qu'il suffit de faire disparaître.

Riveuse électrique. — Cette machine (fig. 19) se compose d'un bâti en acier, suspendu par un crochet à un appareil de levage et portant un levier articulé supérieur L, sur lequel est fixée la bouterolle. L'extrémité opposée du levier est solidaire d'un écrou mobile le long de la puissante vis v, qui se trouve dans le prolongement de l'arbre vertical d'un moteur électrique cuirassé M.

La commande de la vis et, par suite, du mouvement du levier L vers le bas (rivetage) ou vers le haut, s'obtient de la manière suivante : le moteur M, à courant continu, alimenté par un câble volant, tourne constamment ; un solénoïde horizontal, dans lequel on envoie, au moment voulu, une dérivation du courant, constitue un plateau aimanté qui attire un autre plateau, formant armature et solidaire de la vis.

Celle-ci est donc entraînée par l'embrayage magnétique que nous venons d'indiquer, et qui limite l'effort sur la tête de rivet à une valeur fixée par l'adhérence des deux plateaux.

Le courant est, d'ailleurs, supprimé automatiquement dans le solénoïde, au moment où le rivet commence à être écrasé, par un interrupteur i, sur lequel agit le levier L à un moment donné de sa course. Le mouvement s'arrête alors rapidement, l'inertie du moteur n'étant plus en jeu, en raison du débrayage.

La carcasse du moteur est articulée, à sa partie inférieure, sur le bâti, comme l'exigent les déformations de l'ensemble des organes au cours du mouvement de la vis. Un petit parallélogramme articulé maintient la bouterolle toujours parallèle à elle-même dans les mêmes conditions.

(A suivre.)

Ch. DANTIN.

PHYSIQUE INDUSTRIELLE

CHAUFFAGE A EAU CHAUDE, à circulation périodique ou continue, système Rouquaud.

CONSIDÉRATIONS SUR LES DIVERS MODES DE CIRCULATION D'EAU CHAUDE.

— De tous les modes de chauffage central, le calorifère à eau est le plus ancien, mais c'est aussi celui dont les perfectionnements furent les plus lents.

Son fonctionnement étant basé uniquement sur la circulation naturelle due à la différence des densités de deux colonnes ouvertes à l'air libre, le diamètre considérable exigé par la tuyauterie, l'insuffisance d'émission calorifique de l'unité de surface, rendraient coûteuse et difficile l'installation de ce chauffage par l'eau.

Il y a déjà un demi-siècle que cette circulation fut améliorée par l'application du vase fermé (système Perkins et ses dérivés) (fig. 1). Par la pression obtenue, la différence de densité primitivement obtenue par des différences de températures de 90 à 60 degrés entre les colonnes montante et descendante, fut représentée par un écart de 100 à 200 degrés. A vrai dire, l'écart des densités demeura de quelques centièmes d'unité et, le principal facteur de la vitesse de circulation restant très faible, l'écoulement ne fut guère accéléré. Toutefois, l'élévation très importante des températures du départ et du retour suffit au but cherché : diminution des calibres, observation moins rigoureuse des pentes et maximum d'émission des surfaces chauffantes.

C'est seulement depuis une trentaine d'années que les efforts, par des moyens d'ailleurs très opposés, ont visé l'accélération proprement dite de la circulation.

Quelques-uns ont continué de voir cette accélération dans un minimum de densité de la colonne montante, sous une pression aussi rapprochée que possible de la pression atmosphérique. A cet effet, ils émulsionnèrent l'eau d'ascension. Presque tous eurent recours à la vapeur d'un générateur indépendant qu'un injecteur ou mélangeur admettait à une certaine hauteur dans la colonne montante du circuit liquide (Cuau, Kœrting, Reck, fig. 2). Très rarement, ils utilisèrent la vapeur d'une chaudière à eau, solidaire du circuit, en favorisant la formation de cette vapeur par l'interposition d'une chambre sur la colonne montante, d'où elle puisse s'échapper dans le courant ascensionnel d'eau chaude (Brückner, fig. 3).

On conçoit que l'adjonction des bulles de vapeur dans la colonne liquide, qu'elles soient créées en dehors du circuit ou obtenues dans

le circuit même, ont pour conséquence une pression de circulation plus considérable. Mais l'émulsion réclame, elle aussi, le vase fermé, pour que la vapeur puisse se dégager et faire retour au générateur.

Ainsi les partisans de ce procédé aboutirent à un thermosiphon artificiellement formé. D'autres, au contraire, pensent que le moyen le plus efficace d'accélération est de laisser agir en entier le poids de la

FIG. 1. — Chauffage par l'eau,
système Perkins.

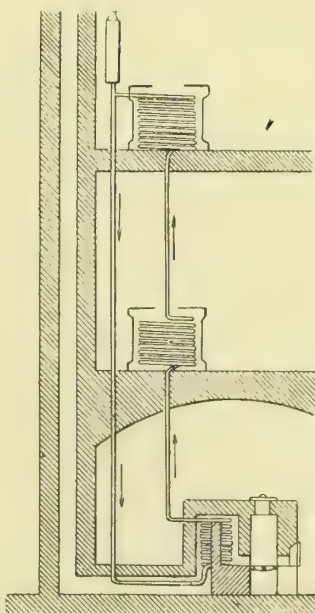
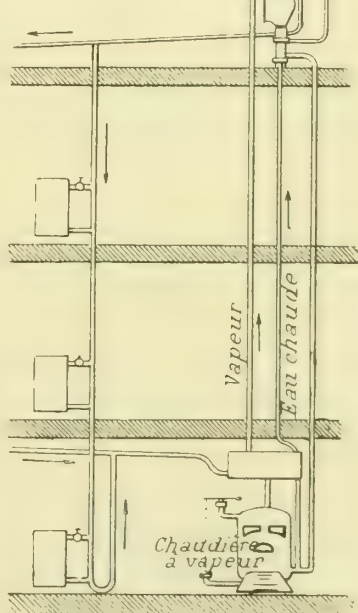


FIG. 2. — Chauffage
par l'eau et la vapeur,
système Reck.



colonne descendante, en supprimant totalement la résistance de l'autre colonne, c'est-à-dire la colonne montante elle-même. La vitesse devra atteindre son maximum, autorisant une longue canalisation, des diamètres très réduits, des pentes et même des contrepentes, comme dans une distribution d'eau froide. Aussi, comme il s'agit de profiter de toute la charge provoquée par la superposition de deux niveaux, les partisans de la chute sont amenés à décomposer la circulation en périodes d'action et de repos, déterminant une alternative de

superposition et de conjonction de ces niveaux. Pendant l'action, l'eau chaude est rapidement élevée à une hauteur donnée, d'où elle se précipite à la chaudière. Au repos, l'eau refroidie du circuit puise à la chaudière le calorique nécessaire à une nouvelle ascension ou pulsion. Cette succession de pulsions, à des intervalles variables d'un petit nombre de secondes à un grand nombre de minutes, constitue la circulation périodique ou intermittente.

Comme première application de ce principe au chauffage des habitations, nous notons le système Chibout (fig. 4). Il présente cette caractéristique que l'eau chaude, pulsée dans un réservoir sous pression où vient s'accumuler à son tour la vapeur expurgée du récipient éjecteur, doit rentrer à la chaudière par l'effet d'une contrepulsion; la tension de cette vapeur s'ajoutant à la charge de la colonne de chute, en regard d'une dépression momentanée dans le récipient éjecteur.

Plus récemment, pour le chauffage d'un important édifice, l'effet puissant des pulsions fut assuré par une simple pompe qui, disposée

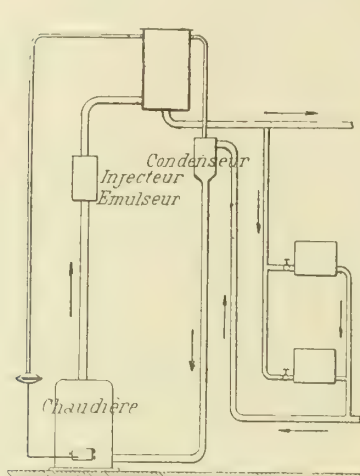


FIG. 3.
Chauffage par l'eau et la vapeur,
système Brückner.

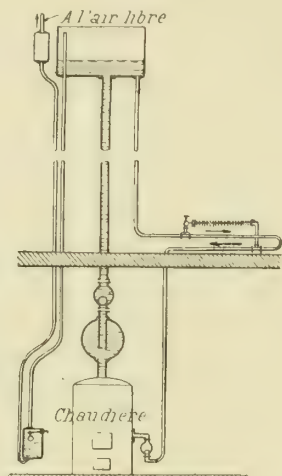


FIG. 4. — Chauffage par l'eau
avec circulation périodique,
système Chibout.

en fin de circuit, surélevait, jusqu'au point initial de chute, l'eau chaude écoulee par ce circuit. Cette eau était, bien entendu, réchauffée avant chaque refoulement (système Anceau).

Aujourd'hui un nouveau procédé de circulation est proposé, qui, tout en maintenant le vase ouvert, réunit les effets de la circulation périodique et du courant émulsionné continu.

NOUVEAU PULSEUR. — Avant d'en considérer l'application au chauffage, il convient d'examiner la fonction essentielle de l'organe dont l'adaptation à une chaudière à eau détermine tout d'abord la circulation maximum basée sur une chute, puis, sous certaines conditions, un courant moins rapide, mais continu, d'eau saturée de vapeur.

Dans un corps cylindrique, relié à la chaudière par un va-et-vient, plonge (fig. 5) un tube T pourvu de deux fenêtres o, o' . Autour de ce tube, coulisse sans frottement une boîte cylindrique sans fond, dirigée dans son mouvement vertical par un autre tube la traversant en son centre et faisant corps avec elle. C'est un flotteur formé par une cloche annulaire. Dans sa position haute, il appuie le bord supérieur du tube conducteur au plafond du récipient et obture ainsi les fenêtres o, o' ; dans sa position basse, il démasque au contraire ces fenêtres (fig. 6).

Le tube plongeur T aboutit à un petit réservoir de charge placé à une hauteur telle que l'eau bouillante qui y est injectée, en tombe à une vitesse donnée par le circuit t' plus ou moins sinueux et plus ou moins développé, qui, après alimentation des radiateurs R, déverse l'eau de chute dans un collecteur superposé au pulseur.

Le collecteur est réuni directement à la chaudière par une conduite t'' munie d'un clapet de retenue K s'ouvrant vers celle-ci, dès que la charge de remplissage devient supérieure à la pression du pulseur. Le vase de chute et le collecteur communiquent toujours avec l'air libre. Ils sont donc soumis uniquement à la pression atmosphérique.

Supposons le collecteur rempli d'eau froide jusqu'en N. Ce niveau sera celui de l'eau dans tout le système. Dans ces conditions, le flotteur-cloche obture les fenêtres o, o' .

Voici les phases de la circulation pendant le chauffage :

Sous l'action du feu, le pulseur est devenu la chambre de vapeur de la chaudière constamment pleine d'eau. La vapeur emmagasinée refoule l'eau bouillante du récipient, par le tube T, dans le réservoir de charge, jusqu'à ce que le flotteur-cloche, descendu avec le niveau de l'eau pulsée, découvre les orifices o, o' . Pendant le refoulement, l'eau éjectée tombe par le circuit t' dans le collecteur et la chute s'opère jusqu'à ce que les deux niveaux superposés, l'un dans le vase de chute, l'autre dans le collecteur, se confondent en un seul niveau N.

Dès que les fenêtres o, o' sont démasquées, la vapeur motrice de la pulsion s'échappe à son tour par le tube T pour gagner l'air libre en quelques secondes et, la pression du pulseur redevenant la pression atmosphérique, le niveau N' du collecteur, en charge sur le niveau n du pulseur, baisse jusqu'à complet remplissage de l'appareil, par la conduite t'' .

Tel est schématiquement le cycle d'une pulsion, dont le renouvellement forme la circulation dite périodique.

Dans l'examen de cette circulation, nous avons supposé que l'eau rentrant au pulseur avait abandonné au circuit t' une quantité de chaleur telle qu'un nouveau réchauffage, plus ou moins long, s'impo-

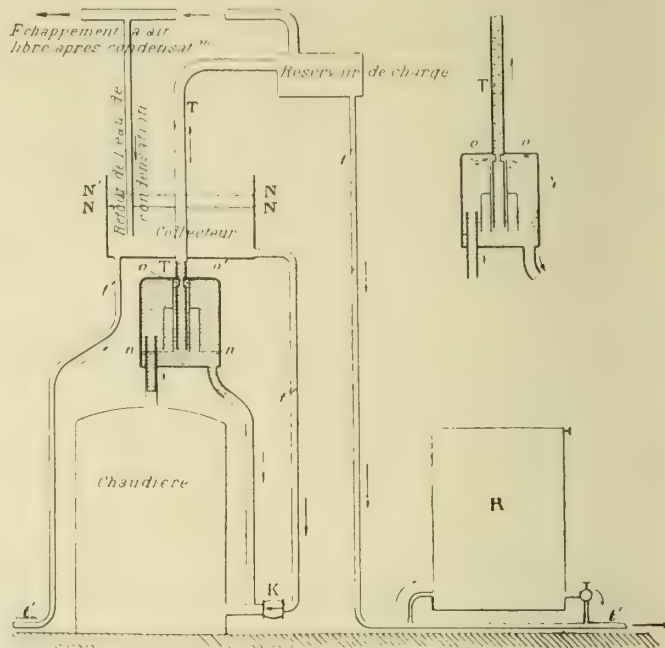


FIG. 5 et 6. — Installation d'un pulseur, système Rouquaud,
sur une chaudière à eau.

sait en vue d'une nouvelle pulsion. Si nous supposons que cette perte est inférieure ou égale seulement à la transmission dont elle bénéficiera pendant son passage dans la chaudière, la température de retour, augmentée des calories acquises à ce passage, pourra atteindre la température de l'éjection avant le parfait remplissage du pulseur (fig. 6). Dès lors, la vaporisation prématurée forme dans l'appareil un matelas de vapeur qui détermine une position du flotteur-cloche intermédiaire entre les positions de fermeture et d'ouverture complète des fenêtres o, o' . Et, à un moment donné, cette position est telle que les orifices o, o' étant à demi démasqués, le refoulement d'eau par le tube plongeur est accompagné d'un échappement partiel de la vapeur motrice. Le courant devient émulsionné et continu, et dure ainsi autant que le retour apporte une quantité de chaleur excédant celle que doit fournir la chaudière avant l'instant de vaporisation. Mais si la température de retour vient à s'abaisser par suite d'une déperdition plus intense du circuit, ou si la transmission de calorique la chaudière vient à faiblir à raison d'un feu ralenti, l'excès de chaleur du remplissage fait place à une insuffisance, et la formation de vapeur subit un retard qui assure un parfait remplissage du pulseur. Le flotteur-cloche, entièrement soulevé, obture à nouveau les orifices d'échappement, favorisant une nouvelle pulsion et la reprise de la circulation périodique.

C'est ainsi que le pulseur donne automatiquement, et tour à tour, selon la variation de puissance des facteurs d'un chauffage, une circulation intermittente ou continue.

APPLICATION AU CHAUFFAGE DES HABITATIONS. — Pour apprécier le rendement d'une installation de ce genre, il suffit de considérer dans quelles proportions le système utilise la puissance d'une chaudière à eau, telle que l'industrie du chauffage l'a établie jusqu'à ce jour pour l'usage unique du thermosiphon. Le service réclamé à cette chaudière est nouveau. Il peut être ainsi défini : l'obtention de chutes par une vaporisation intermittente. C'est donc ce double point de vue, la chute et la vaporisation, que nous envisagerons.

La chute paraît devoir influencer très heureusement le rendement de toute chaudière à eau.

Dans les circulations basées sur une différence de densité, la vitesse est d'autant plus réduite que cette différence est plus petite. C'est dire que plus les températures de l'aller et du retour seront voisines, moins vive sera la circulation, moins rapide le renouvellement de l'eau dans la chaudière, moins intense l'utilisation du combustible, moindre le rendement. Au contraire, dans la circulation basée sur une chute, la vitesse d'écoulement à la chaudière est constante; par

suite, l'absorption calorique est sensiblement maximum. Si la température du retour augmente, sa provision calorique, loin d'être un frein opposé à la circulation, devient une cause d'accélération. En effet, cette provision diminue d'autant l'énergie à réclamer à la chaudière en vue de la somme à atteindre pour la plus prochaine pulsion. Il en résulte que plus le retour est chaud, plus vite se fait la pulsion, plus rapide est l'échange de l'eau dans la chaudière, plus intense l'absorption des calories du combustible, plus considérable le rendement. Cette circonstance est d'autant plus en faveur de la circulation périodique, qu'elle se traduit en fait par une circulation proportionnelle à la fois, et à la déperdition du local, et à la dépense du combustible.

En ce qui concerne la vaporisation, ce supplément d'effort demandé à la chaudière en vue de la pulsion qui détermine la chute, constitue un facteur calorique qui, dans certains cas, peut devenir considérable. Mais le système actuel, loin de le négliger, l'utilise au mieux du rendement. C'est que le calorique de la vapeur motrice peut être conduit, retenu, détourné, récupéré par une diversité de moyens toujours adaptables aux cas les plus particuliers.

Si, par exemple, sur le parcours du tube éjecteur, un refroidisseur ramène la température de l'éjection de $100 + n$ degrés à 100 degrés, le calorique retenu pourra être restitué à la chaudière ou dirigé hors du circuit. Dans le premier cas, ce refroidisseur pourra être constitué par un renflement du tube éjecteur de surface convenable, noyé dans l'eau du collecteur qui captera ainsi l'excès calorique au profit du retour. Dans le second cas, le même mode de réfrigération disposé dans un réservoir étranger au circuit détournera le calorique de vaporisation au profit de bains, toilettes, lavages, etc.

La captation du calorique d'éjection, pendant son élévation au vase de charge, pourra être encore opérée par l'interposition, sur son parcours, de tubes à ailettes, de radiateurs dont l'émission directe ou indirecte s'exercera en faveur d'un chauffage annexe, d'une ventilation, etc.

Si le calorique de vaporisation n'est à retenir qu'après le déversement de l'éjection dans le réservoir de charge, les divers modes de condensation de la vapeur, à air, à eau, ou récupéreront la chaleur, en même temps que l'eau vaporisée, au profit exclusif du circuit, ou consacreront une partie des calories à quelque service parallèle.

Nous signalons ceux des modes d'utilisation de ce calorique, qui sont les plus usuels.

Dans le cas de la figure 7, on prévoit à la fois une récupération partielle au profit du circuit, un service d'eau chaude parallèle au chauffage et l'alimentation d'un radiateur superposé au vase de charge, placé par exemple à un étage supérieur. Il montre assez clairement que la partie tubulaire de l'éjecteur, plongée dans l'eau du collecteur, cédera précisément au retour les calories dont la colonne de pulsion aura été privée, et que la condensation à air libre des calories non retenues, aussi bien dans le radiateur que dans le réservoir d'eau à réchauffer, donne lieu à une rentrée de l'eau de condensation dans le système.

Les figures 8 et 9 représentent le cas d'une récupération totale du calorique d'échappement, par condensation de la vapeur dans des tubes à ailettes qui sont interposés sur la canalisation de retour, un peu au-dessus du collecteur, afin que l'eau de condensation puisse rentrer au collecteur après chaque remplissage du pulseur. Une coupe transversale, annexée à ce schéma, précise la position du condenseur par rapport au niveau maximum de l'eau dans le collecteur. Le compartiment condenseur, qui est le point final de la chute, doit être assez haut pour que le niveau du collecteur, surélevé par la dilatation de toute l'eau du système, lui soit toujours inférieur. Il est visible que pendant la chute du vase de charge au compartiment condenseur, l'eau d'écoulement se renouvelle autour du tube à ailettes

condenseur et que, par son déversement dans le collecteur, elle lui apporte les calories transmises par la condensation. L'eau du collecteur servant au remplissage direct du pulseur, comme l'indique la figure 5, ces mêmes calories se trouvent ramenées à la chaudière.

Ce court aperçu de l'utilisation du calorique de vaporisation suffit à établir que, de ce chef, le rendement de la chaudière ne saurait être

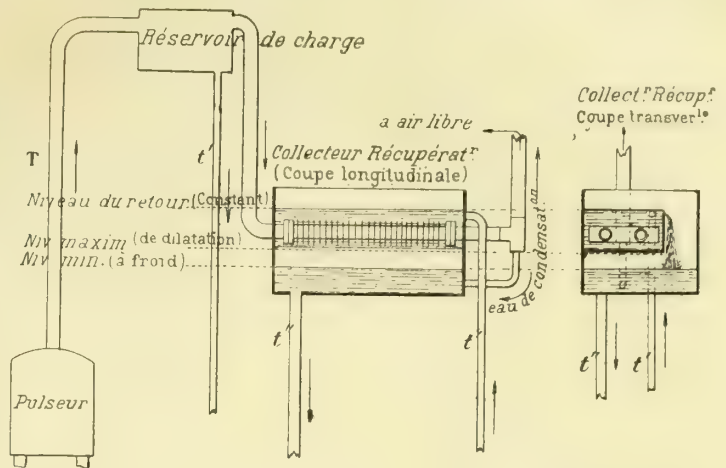


FIG. 8 et 9. — Récupération totale du calorique au profit du circuit.

diminué. Il conduit, au contraire, à cette conclusion que l'absorption calorique plus considérable, due aux effets de la chute, se trouve à peu près complètement utilisée, c'est-à-dire que le rendement supérieur de la circulation périodique caractérise le nouveau système dans ses détails de construction.

RÉGULARITÉ DE FONCTIONNEMENT. — Aux débuts de l'application du système, on a pu se demander si le fonctionnement du flotteur-cloche et du clapet de retour ainsi que le réglage des surfaces chauffantes étaient parfaitement assurés.

Le flotteur-cloche est d'une construction très robuste. C'est une pièce de cuivre repoussé sans articulation, exempte de soudure ou de rivets toujours susceptible d'avarie. D'autre part, son glissement sans frottement appréciable autour du tube éjecteur, grâce à un jeu de plusieurs millimètres, est encore favorisé par l'action lubrifiante de l'eau. Enfin, l'occlusion de l'échappement n'est pas obtenue par contact de deux surfaces, mais par le simple appui de la tranche d'un tube de cuivre sur une paroi plane. L'eau du circuit demeurant sensiblement la même, aucun dépôt calcaire n'est à craindre, qui puisse gêner son fonctionnement. Il présente cette particularité que son degré de flottaison est constamment en rapport avec la pression de l'appareil, soit avec la température de l'eau où il est plongé. C'est un véritable ludion indérégable, très justement dénommé par l'inventeur *flotteur manométrique*.

Quant au clapet de retour, son étanchéité imparfaite paraît être sans grand inconvénient. Si, au lieu de localiser l'énergie calorique de la chaudière dans le va-et-vient le reliant au pulseur, ce clapet a parfois le tort de distraire une parcelle de cette énergie dans la fin du circuit, ce ne sera qu'au profit du chauffage et d'ailleurs très momentanément, puisque la prochaine rentrée d'eau ramènera à la chaudière cette parcelle détournée.

Le greffage en dérivation et très simplifié des surfaces sur la distribution unitubulaire d'eau chaude a fait craindre que le chauffage de chaque pièce fût difficilement réglable. On ne tenait sans doute pas compte du principal mode de leur alimentation calorique, à savoir l'irruption d'eau chaude fonction de la chute. Ce mode est si prépondérant qu'un seul robinet, interposé sur l'un quelconque des deux branchements suffit à réchauffer les pièces s'il est ouvert, à les tenir froides s'il est fermé. Aussi, en vue du réglage, le robinet du radiateur initial est-il presque fermé, tandis que celui du radiateur placé en fin de périmètre est grand ouvert.

La théorie que nous venons d'exposer a pour sanction les données pratiques que nous avons pu recueillir sur des installations fonctionnant depuis plusieurs hivers, notamment celle du Collège de France.

Les chauffages-types que l'on peut installer d'après ce système sont les suivants : d'une pièce, par autoradiateur à gaz, alcool, pétrole, électricité; de deux à six pièces de plain-pied, par chaudière à gaz; de deux à vingt pièces de plain-pied, au charbon; enfin de plusieurs étages avec chaudière placée en sous-sol ou à l'un des étages.

A. MONTEILHET,
Ancien élève de l'École Polytechnique

MÉCANIQUE

LA TURBINE A VAPEUR ZOELLY

La turbine à vapeur Zoelly, construite par les ateliers Escher Wyss, est une turbine à action dans laquelle la vapeur se détend à travers

de sorte que P subit la pression du liquide et agit dans le sens correspondant sur la valve *k*, ou inversement. Le liquide retourne à la pompe de compression par la tubulure *b*. Le mouvement de descente du piston P entraîne celui de *p*, de sorte que l'obturateur se referme de lui-même après avoir agi sur P.

La turbine Zoelly a été soumise par le professeur Stodola à des essais de rendement et de consommation, soit avec la vapeur saturée, soit

FIG. 1. — Élévation et coupe longitudinale de la turbine Zoelly.

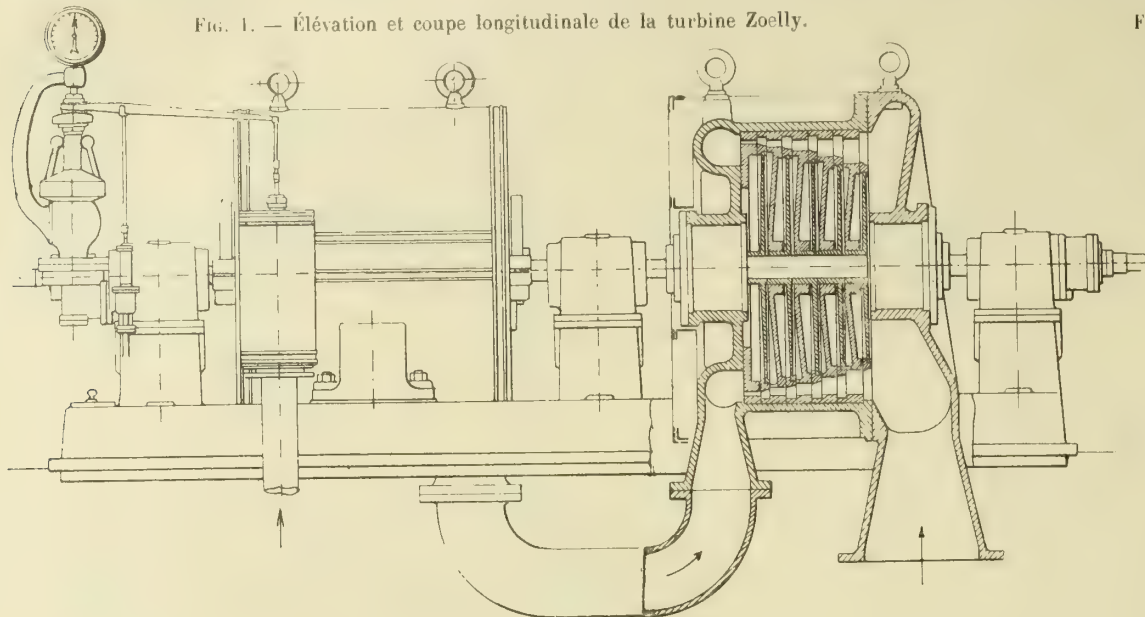
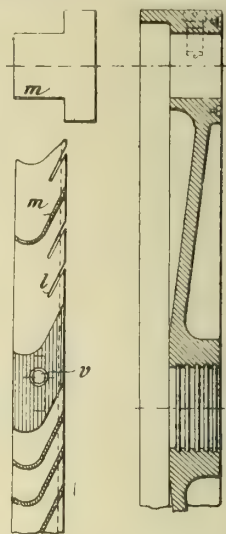


FIG. 2 à 4. — Coupe transversale partielle d'une couronne fixe et disposition des aubages.



plusieurs séries de couronnes fixes et mobiles. Le type que nous reproduisons ci-dessous (fig. 1 à 7), comporte deux groupes de couronnes, enfermés chacun dans une enveloppe distincte. La vapeur arrive dans la première enveloppe après avoir franchi le régulateur d'admission dont nous parlerons plus loin; elle circule dans les cinq couronnes mobiles à diamètres décroissants, passe dans la seconde enveloppe (représentée en coupe sur la figure 1), se détend dans la seconde série de couronnes et s'échappe par une conduite inférieure.

A l'extrémité de l'arbre horizontal commun à toutes les couronnes est couplé l'appareil à commander, dynamo ou ventilateur, par exemple.

Les aubages mobiles, en acier au nickel poli, sont assemblés séparément (fig. 5) sur la jante de chaque couronne en acier, qui est munie à cet effet d'une gorge dans laquelle s'emboîtent successivement les queues des aubages. Les enveloppes, en fonte d'acier, sont garnies de calorifuges et reposent sur le bâti général. Les couronnes fixes (fig. 2, 3 et 4) sont des disques de même diamètre que l'enveloppe, munis à leur périphérie de rebords saillants qui permettent à deux couronnes fixes consécutives de buter l'une contre l'autre et de former bloc sans empêcher la rotation de la couronne mobile intermédiaire. Les aubages fixes *m* s'engagent dans des rainures obliques *l* dont l'inclinaison par rapport au plan du disque est déterminée *a priori*, ainsi que le profil transversal des aubages. Des vis *v*, placées dans certains secteurs pleins des couronnes, les fixent à l'enveloppe.

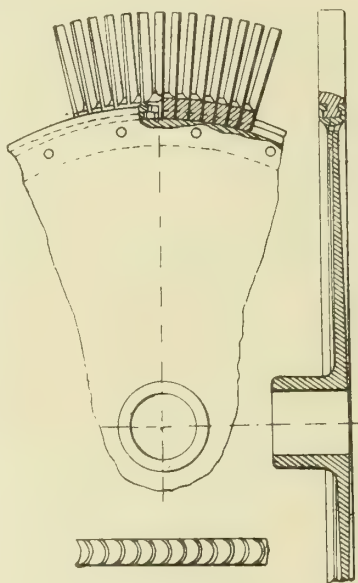


FIG. 5 à 7. — Élévation, coupe transversale et plan d'une couronne mobile.

Le régulateur à servo-moteur (fig. 8) commande, par l'intermédiaire d'un dispositif de compensation, la valve d'admission *k*. Il ne diffère pas sensiblement du type adopté depuis longtemps par la Société Escher Wyss pour ses turbines hydrauliques. Le manchon *m*, qui s'élève et s'abaisse sous l'influence du régulateur proprement dit R, commande un balancier *n* qui s'appuie à la fois sur le petit piston *p* de l'obturateur *o*, et sur le piston P solidaire de la valve d'admission. Suivant la position de *p*, la circulation du liquide sous pression constamment envoyée par le tube *a* est permise ou interceptée dans les tubes *e* et *f*,

avec la vapeur surchauffée. L'appareil tournait à 3000 tours environ. Pour des puissances variant de 80 à 390 kilowatts, la consommation

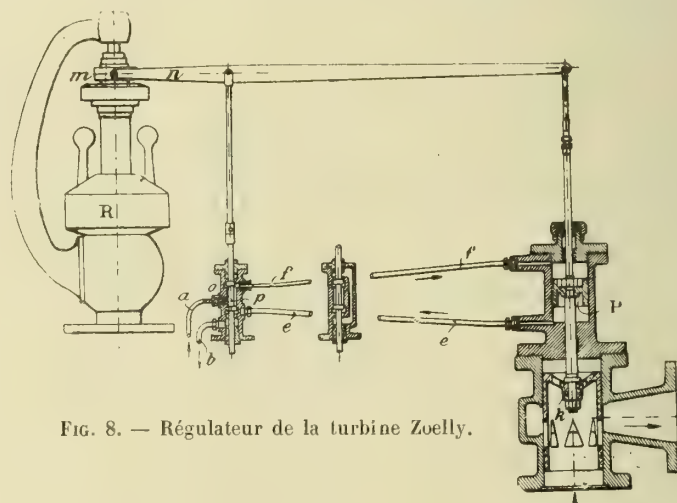


FIG. 8. — Régulateur de la turbine Zoelly.

de vapeur saturée a été de 9,75 à 15 kilogr. par kilowatt effectif; pour 390 kilowatts, la consommation en vapeur surchauffée à 258 degrés était voisine de 8^{kg} 6.

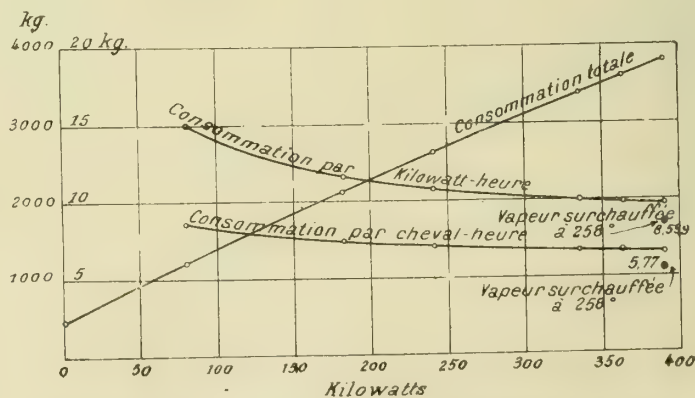


FIG. 9. — Diagramme des consommations de vapeur de la turbine à différentes puissances.

Le diagramme (fig. 9) résume les résultats des essais de consommation, exprimés en kilogr. de vapeur saturée par kilowatt-heure et par cheval-heure.

ÉLECTRICITÉ

SÉPARATION DE L'HUILE DES EAUX DE CONDENSATION
par le courant électrique.

L'huile de graissage, pulvérisée dès son entrée dans les cylindres, est brassée, surchauffée (et peut être même dissociée) par l'action mécanique et physique de la vapeur. En tout cas, les particules huileuses atteignent un état tel qu'elles forment avec l'eau de condensation un liquide émulsionné, homogène et stable, ayant l'apparence du lait fortement baptisé.

L'extraction de l'huile de l'eau de condensation, avant le retour aux chaudières est indispensable si l'on veut éviter une ébullition difficile. Malheureusement le plus souvent la filtration ne donne aucun résultat bien qu'elle ait été essayée sous des formes très variées.

Il faut agglutiner les gouttelettes avant de filtrer. Le nombre des procédés chimiques et mécaniques qui ont été essayés dans ce but est trop grand pour qu'aucun d'eux ait donné entière satisfaction. Les dosages sont difficiles, un excès de réactif acide ou basique peut avoir des conséquences pires que le mal à corriger, enfin ces procédés sont relativement coûteux.

Nous allons donner quelques renseignements ⁽¹⁾ sur un procédé d'agglomération, le système Davis-Perret, basé sur l'emploi du courant électrique.

L'émulsion arrive du condenseur (fig. 1) par un tuyau *a* qui plonge dans le réservoir-décanteur A ; les matières solides insolubles entraînées mécaniquement se précipitent par suite de la réduction de vitesse et sont évacuées à l'égout par la décharge *d*.

Le liquide s'écoule par le trop-plein *t* et passe dans le bac électrolyseur B en bois où sont disposées, perpendiculairement au courant liquide, des plaques de fer *p* et *n* connectées alternativement avec deux barres en cuivre P N qui sont en communication, soit avec les bornes d'une dynamo, soit avec les pôles d'une batterie d'accumulateurs. Sous l'action encore mal expliquée du courant électrique, les particules oléagineuses s'agglomèrent, et, de plus, certains autres produits organiques ou minéraux sont rendus insolubles. Par le trop-plein *t'*, le liquide s'écoule dans un nouveau décanteur A' analogue au premier ; là se déposent la plus grande partie des insolubles, sauf l'huile.

Un siphon *s* envoie le mélange dans un troisième décanteur A'' où se déposent les insolubles qui ont pu être entraînés par le courant. Il est important, en effet, de débarrasser complètement le liquide de toutes les matières étrangères avant de le faire passer sur les filtres à sable qui sont réservés à la séparation de l'huile.

Par le trop-plein *t''*, le liquide, ne contenant plus alors en suspension que des gouttes huileuses visibles, arrive aux filtres C. L'eau, débarrassée de toute trace d'huile, s'écoule par le tube *e*, et est aspirée par la pompe d'alimentation qui lui fait faire retour aux chaudières.

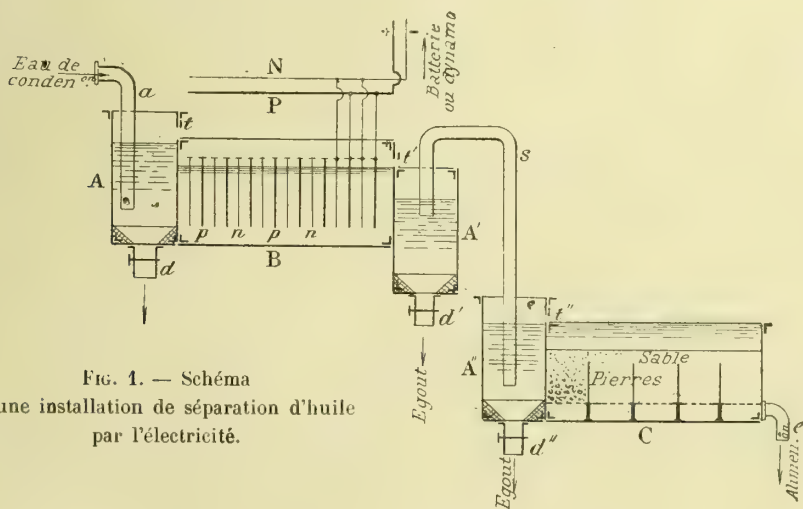


FIG. 1. — Schéma
d'une installation de séparation d'huile
par l'électricité.

Les inventeurs admettent que sous l'action du courant, les plaques de fer s'oxydent, d'où formation d'hydrate ferrique gélatineux lequel enrobe l'huile et réunit les vésicules. L'huile, qui se dépose sur le sable, entraîne d'ailleurs du peroxyde de fer.

L'action qui se produit peut être aussi comparée à celle du tannage électrique ou de l'écémage au moyen des turbines à grande vitesse. Peut-être encore y a-t-il reconstitution de l'huile dissociée et recombinaison ?

La figure 3 est une vue perspective indiquant nettement comment les bacs électrolyseurs ont été réalisés dans une station électrique à Leicester (Angleterre).

La figure 2, qui est relative à la même installation, est une coupe verticale faite longitudinalement dans le filtre correspondant à la lettre C du schéma. L'eau à filtrer arrive en A par *t'*, elle est obligée de s'étaler de façon à éviter la formation des fontaines ; la filtration se fait à travers du sable et des graviers de dimensions croissant de haut en bas. L'eau filtrée sort par le canal *e* après avoir traversé la valve *s*.

Après un certain temps de fonctionnement la matière filtrante s'en-

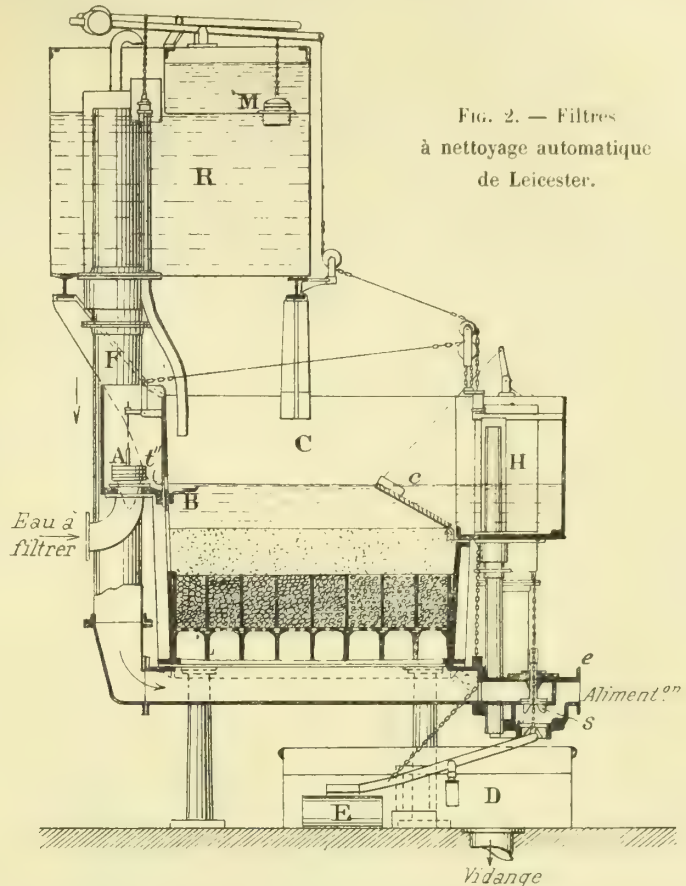


FIG. 2. — Filtres
à nettoyage automatique
de Leicester.

crasse, il en résulte que l'évacuation se fait moins rapidement que l'arrivée et le niveau de l'eau s'élève. Quand il atteint le niveau du siphon H le liquide passe rapidement dans le bac D. Le flotteur E se lève, ferme la soupape *s* et, au moyen d'un système de chaînes et de leviers, soulève le flotteur M, d'où vidange rapide du réservoir de

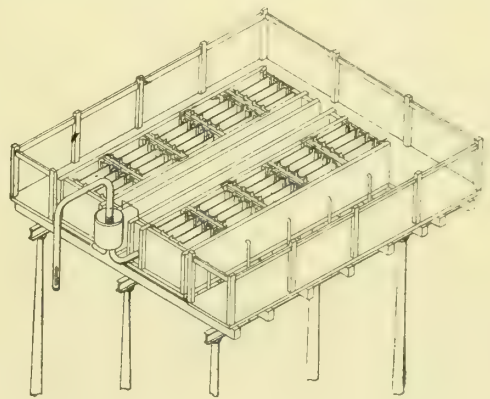


FIG. 3. — Bac électrolyseur.

chasse R dans le double-fond de C par F. La pression de l'eau refoule l'air du double-fond qui, par son passage forcé à travers le sable, nettoie la couche filtrante. Le panneau flotteur *c* a été soulevé en même temps pour empêcher le sable de passer avec le courant d'eau. Quand le réservoir de chasse R est vidé, le bac D se vide rapidement, et le flotteur E redescend ; tous les organes reprennent leurs positions premières.

En moins de trois minutes tout le nettoyage est effectué ; il suffit que le réservoir-collecteur A'' (fig. 1) soit de capacité suffisante pour emmagasiner l'eau pendant ce temps.

Un appareil d'épuration semblable installé dans une grande usine de Tottenham qui aurait donné toute satisfaction aux dimensions suivantes :

(1) D'après l'Engineering et le Street Railway.

	Bacs électrolyseurs.	Bacs de filtrage.
Longueur. mètres	3,660	1,220
Largeur.	0,600	1,370
Profondeur.	0,800	0,915

La production serait de 16 mètres cubes d'eau filtrée à l'heure et l'énergie électrique dépensée, 1 watt pour 4 500 litres d'eau à l'heure.

Le système Davis-Perret serait aussi en usage sur quelques navires de plusieurs marines militaires, mais pour éviter l'encombrement on substitue alors les filtres-presses aux filtres à sable.

VARIÉTÉS

Contre-écrou indesserrable, système Minne.

Le desserrage des écrous, qui s'effectue sous l'action des forces tangentielles provenant, soit d'un outil approprié, soit des chocs et trépidations imprimés au boulon, n'est prévenu que d'une façon très insuffisante par l'emploi des contre-écrous ordinaires.

On peut d'abord se rendre compte que la force vive imprimée à l'écrou par les trépidations est fonction de la quatrième puissance de diamètre extérieur. En effet, soient : m la masse de l'écrou, D et d ses diamètres extérieur et intérieur. Une force extérieure qui a pour effet d'imprimer au cylindre moyen une vitesse tangentielle v , produit une force vive $F = \frac{mv^2}{2}$.

Or v est sensiblement proportionnelle au diamètre moyen $\frac{D+d}{2}$; d'où $v^2 = aD^2 + \dots$

De même m est proportionnelle au volume, c'est-à-dire à $D^2 - d^2$; d'où $m = bD^2 + \dots$

C'est-à-dire $F = cD^4 + \dots$

Le contre-écrou ordinaire, de même diamètre que l'écrou, n'échappe pas plus que celui-ci à l'influence de la force vive qui tend à le faire desserrer le premier, malgré le coincement de son filet de vis inférieur sur le filet de vis supérieur de l'écrou.

En outre, ce coincement est fréquemment annulé par l'adhérence qui se produit entre les deux larges faces en contact de l'écrou et du contre-écrou ; les deux écrous devenus solidaires se desserrent alors très facilement ensemble sous l'influence de la force vive, d'autant plus considérable que leur diamètre est plus grand.

M. Minne a réussi très simplement à supprimer ces inconvénients en substituant au contre-écrou ordinaire un contre-écrou (fig. 1) de diamètre aussi réduit que possible, et dont la base inférieure est conique, de façon à réduire la surface de contact avec l'écrou à la section horizontale du filetage (représentée en plan, fig. 2). Le coincement entre les deux filetages s'opère ainsi sûrement, et la faible masse du contre-écrou le protège efficacement contre l'influence des trépidations, comme le montrent les applications qui en ont déjà été faites.

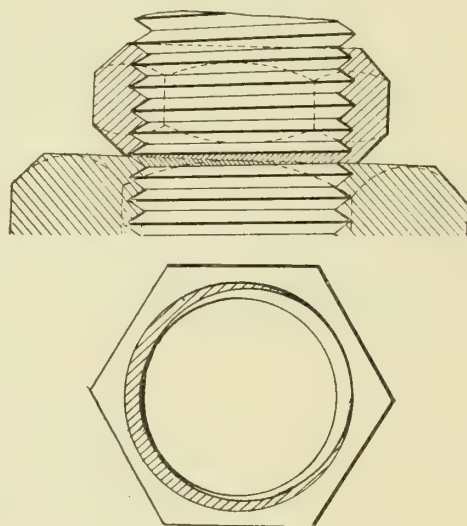


FIG. 1 et 2.

Coupe verticale d'un contre-écrou Minne, et plan de la surface de contact avec l'écrou.

Commande des machines-outils par l'électricité.

La commande des machines par l'électricité tend de plus en plus à se généraliser ; il est intéressant de déterminer dans quelles conditions pratiques elle peut s'appliquer aux machines-outils.

Par les procédés ordinaires : courroies, engrenages, etc., le rendement mécanique de la transmission dépasse rarement 25 % ; par l'électricité, dans les cas les plus favorables, il est vrai, on peut atteindre, 70 %. Il s'agit ici du rendement maximum qu'un moteur électrique donné peut atteindre dans certaines conditions de marche de la machine-outil, lesquelles peuvent n'être réalisées qu'exceptionnellement et non pas d'une façon continue et normale.

Dans certains cas, celui du tour par exemple, la vitesse doit en effet

pouvoir varier entre des limites très éloignées et, aux faibles vitesses, la majeure partie de l'énergie fournie électriquement au moteur peut être dissipée dans les résistances introduites pour obtenir cette réduction de vitesse. La supériorité de l'électricité résulte surtout d'une commodité beaucoup plus grande, d'une moindre fréquence d'accidents et d'une économie de temps et d'espace considérables ; avantages qui permettent de doubler et quelquefois même de tripler la production d'une même machine-outil par la seule substitution de la commande électrique aux anciens procédés.

La tendance générale est de munir chaque machine d'un moteur indépendant, justement pour pouvoir profiter largement de ces avantages ; la disposition qui consiste à n'avoir qu'un seul moteur pour un groupe de machines semblables n'est qu'un compromis entre le nouveau et les anciens procédés ; bien des Ingénieurs ne la considèrent justifiée que dans des cas tout à fait particuliers. Dans l'un et l'autre cas, on peut employer soit le courant continu, soit le courant alternatif. Le rendement est à peu près le même si la machine doit marcher à vitesse constante et sans arrêts fréquents ; dans ce cas, la souplesse et les moindres frais d'installation du courant alternatif, la possibilité de faire servir la même canalisation principale à l'éclairage, rendent celui-ci plus avantageux. Dans le cas contraire le courant continu reprend l'avantage sans conteste. En effet, on n'a encore pas trouvé de système de changements de vitesse satisfaisants s'appliquant au courant alternatif ; au contraire, les dispositifs employant le courant continu sont très nombreux et en usage depuis un certain temps.

D'après l'*Iron Age*, qui a récemment consacré une étude à cette question depuis longtemps soulevée et toujours discutée, pour obtenir, d'une machine-outil déterminée, la meilleure utilisation possible (qui ne correspond pas toujours au rendement mécanique maximum), la vitesse relative de l'outil par rapport à la pièce travaillée, ou *vitesse de coupe*, doit atteindre la valeur maximum compatible avec toutes les autres conditions.

Dans certaines machines comme les raboteuses, la vitesse de coupe maximum ne dépend pas des dimensions de la pièce travaillée mais seulement de la dureté relative de l'outil par rapport au métal de la pièce ; les vitesses de coupe maxima extrêmes diffèrent assez peu, du simple au double au maximum, et le changement de vitesse peut être obtenu par les seuls moyens électriques en agissant sur le moteur seulement.

Dans d'autres machines, au contraire, comme dans les tours, la vitesse de coupe dépend des dimensions de la pièce en travail ; pour maintenir la vitesse de coupe à son maximum, c'est-à-dire constante pour une dureté relative déterminée, il faut pouvoir faire varier la vitesse angulaire de la pièce travaillée dans le rapport inverse des dimensions extrêmes que les pièces peuvent avoir : de 1 à 60 par exemple et, en tenant compte de la dureté, de 1 à 120. Or on n'a encore pas trouvé de dispositif pratique permettant de faire varier économiquement la vitesse d'un moteur électrique entre des limites aussi éloignées. On ne peut alors obtenir le résultat cherché qu'en associant les moyens mécaniques, réduits au minimum il est vrai, aux moyens électriques. Néanmoins, même dans ce cas, l'emploi de l'électricité resterait encore très avantageux.

Graisseur-régulateur, système Caloin.

Les appareils graisseurs, dont le fonctionnement est d'autant plus important que les machines actuelles deviennent plus puissantes et tournent plus vite, ont, pour la plupart, l'inconvénient de fournir un graissage dont l'intensité varie avec les différences de hauteur du liquide lubrifiant. En effet, si l'on emploie un godet graisseur réglé pour une dépense d'un certain nombre de gouttes de lubrifiant à la minute, la différence de pression qui résulte de la diminution du poids du liquide contenu dans le godet amènera un ralentissement dans l'écoulement de l'huile.

De même et surtout dans les graisseurs à mèche, la quantité d'huile amenée par capillarité sur l'organe à graisser ira en diminuant à mesure que le niveau de l'huile baissera dans le godet où plonge la mèche.

M. Caloin a, par un dispositif excessivement simple, étudié principalement en vue des machines de navires, tourné la difficulté en assurant la constance du niveau de l'huile dans les godets collecteurs destinés, à l'aide d'un système de tuyaux, à assurer le graissage de chacune des articulations comprises dans la machinerie.

La figure 1 représente en perspective cet appareil en usage sur plusieurs navires de la Compagnie des Bateaux à vapeur du Nord et qui a donné d'excellents résultats, tant au point de vue de la régularité du graissage et de la diminution d'usure des machines qu'au point de vue de l'économie d'huile.

L'appareil comporte une boîte rectangulaire en métal divisée en deux compartiments distincts E, F, par une cloison verticale G. Le compartiment E, à gauche de la figure, contient un certain nombre de conduits J, évases par le haut qui correspondent à autant de raccords vissés dans le compartiment E. Par les mèches H', l'huile est amenée par capillarité dans les conduits J, et des tuyaux l'amènent jusqu'au collecteur auquel elle est destinée.

Les mèches sont composées de plusieurs fils de laine mérinos, indépendants les uns des autres et qui ne sont ni tressés ni liés, pour ne pas entraver le libre écoulement de l'huile. Ces fils sont passés dans un anneau de métal dont le poids les maintient par le milieu dans le tube où ils doivent faire office de siphons, pendant que leur extrémité plonge dans l'huile du godet et aspire cette huile par capillarité.

L'expérience a démontré que le nombre de gouttes d'huile fourni par chacun de ces fils de laine dans une minute reste rigoureusement le même si le niveau de l'huile reste constant dans le réservoir. Il suffit donc de donner à la mèche un nombre de fils de laine proportionnel au débit nécessaire.

L'huile est amenée automatiquement d'un réservoir placé au-dessus de l'appareil distributeur par le tuyau K', muni du robinet K. Pour opposer à l'entrée de l'huile un obstacle lorsque le niveau fixé est atteint dans le compartiment E, le robinet K porte un siège L sur lequel repose une soupape L' que fait lever ou baisser, par l'intermé-

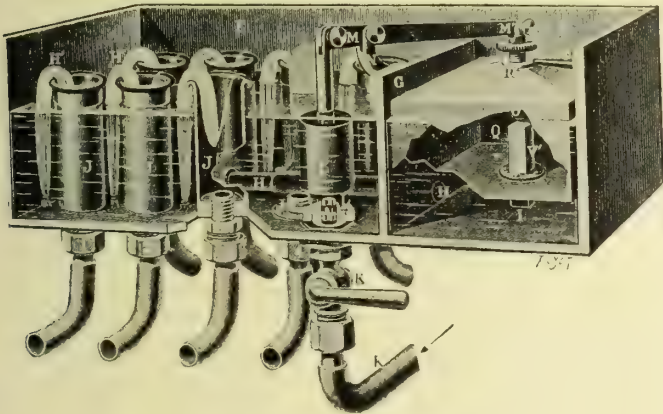


FIG. 1. — Vue perspective en coupe du graisseur-régulateur Caloin.

diaire du levier MM', un flotteur en métal O logé dans le compartiment F et dont la figure indique les détails.

Les deux compartiments de l'appareil communiquent ensemble par un tube droit H, ouvert par les deux bouts, qui prend naissance à la cloison G, qu'il traverse, et se dirige, en s'appuyant sur le fond du compartiment E, où il est fixé, jusqu'au centre de ce dernier compartiment. Ce dispositif oblige l'huile à couler doucement et sans secousses dans le compartiment F, où elle soulève le flotteur jusqu'au niveau déterminé d'avance.

Dans ce mouvement, le flotteur soulève le bras M' du levier, tandis

que le bras M fait descendre la soupape L' qui met obstacle au passage de l'huile. Dès que les mèches ont aspiré une petite quantité d'huile, le niveau du liquide s'abaisse dans les deux compartiments et le flotteur en descendant entraîne le bras M' du levier qui, par son autre bras M, soulève la soupape; l'huile peut alors entrer de nouveau dans le godet graisseur jusqu'à ce que le niveau déterminé soit atteint.

L'huile ne pouvant pénétrer dans le compartiment F qu'en passant par le milieu du compartiment E, le flotteur ne peut être influencé par les dénivellations que produisent le roulis et le tangage dans les navires, le niveau de l'huile au milieu du godet se maintenant toujours à la même hauteur.

L'inventeur a assuré la position du flotteur à l'aide d'un guide carré I, fixé au fond du compartiment F, et qui s'engage dans une douille V' de même forme, disposée à la partie supérieure du flotteur de manière à en assurer l'étanchéité; d'autre part, la tige articulée qui réunit le flotteur au bras du levier M' est filetée au pas d'un millimètre, ce qui permet, à l'aide d'un écrou fileté, de faire monter ou descendre le flotteur d'une hauteur voulue, de façon à changer le niveau du liquide pour augmenter ou diminuer l'intensité du graissage.

La figure 2 montre l'installation d'un régulateur de graissage dans la machinerie d'un navire. L'appareil étant fixé au-dessous du réservoir d'huile, à une distance convenable suivant la pression nécessaire, l'huile s'écoule d'abord à travers une crépine en fine toile métallique avant de pénétrer dans l'appareil, d'où elle est distribuée aux collecteurs.

La quantité d'huile débitée par une mèche dans l'unité de temps correspondant au nombre des fils qui la composent, lorsque le niveau de l'huile dans le réservoir reste le même, on voit qu'il suffit pour maintenir l'huile d'un collecteur à un niveau constant, de donner à la mèche chargée d'alimenter ce collecteur un nombre de fils de laine égal au nombre total des fils qui serviront à leur tour de siphons dans le collecteur.

Pour l'emploi de ce régulateur, l'huile ne subit aucune agitation et, par conséquent, ne s'oxyde pas; aucune portion de cette huile n'est perdue, puisque la quantité destinée à chaque organe est mesurée par la mèche qui aspire l'huile et que l'on n'a plus à craindre de variation dans la quantité fournie à chaque instant. Le graissage s'opère automatiquement et est réglé par un seul organe pour toute la machine.

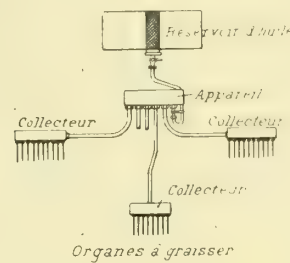


FIG. 2. — Installation d'un régulateur de graissage dans la machinerie d'un navire.

Convoyeur aérien à deux courroies.

Les convoyeurs aériens par courroie peuvent se partager en deux groupes principaux, selon qu'ils sont à rouleaux porteurs doublement tronconiques ou à trois rouleaux porteurs cylindriques. Dans les rouleaux porteurs à cône double, l'usure de la face inférieure de la courroie convoyeuse est plus grande sur les bords qu'au milieu, car la vitesse angulaire variant avec le rayon du cône, il y a nécessairement glissement et frottement de la courroie dont la vitesse de translation est uniforme.

Dans les courroies à trois rouleaux porteurs, il y a usure et déchirure

rapide au droit des intersections des deux rouleaux obliques avec le rouleau horizontal. Les tambours d'extrémité PP' sont ceux de la courroie c; la courroie C, avec ses formes, s'enroule sur les tambours p et p'. Ces deux couples de tambours sont commandés par la chaîne sans fin T qui leur communique des vitesses de translation égales. G et G' sont des rouleaux d'extrémité guidant la convoyeuse c sur les tambours extrêmes après qu'elle a quitté les formes t, t.

Les avantages principaux revendiqués par ce nouveau système sont :

- 1° Une usure faible et uniforme pendant le transport, les frottements étant égaux sur toute la largeur de la courroie;
- 2° Une usure faible pendant le retour, la courroie n'étant plus cintrée;

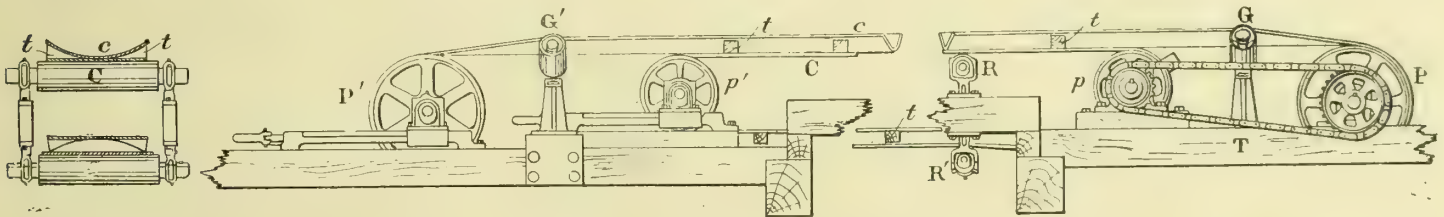


FIG. 1 et 2. — Vues en bout et longitudinale du convoyeur à deux courroies.

rapide au droit des intersections des deux rouleaux obliques avec le rouleau horizontal.

Dans le système inventé par M. J. I. Ridgway que décrit l'*Engineering News*, ces inconvénients sont évités; on a eu aussi en vue de réduire, autant que possible, les frais d'installation et d'entretien.

Il comporte l'emploi de deux courroies disposées parallèlement : l'une supérieure c est la courroie convoyeuse proprement dite, elle est en forme d'auget, l'autre C est plate et sert de support aux formes t, t (fig. 1 et 2). Pour le brin inactif des deux courroies, les positions sont naturellement inversées.

R représente un des rouleaux de guidage du brin supérieur; ces rouleaux sont montés sur paliers graisseurs et disposés tous les 2 mètres environ. R' est un rouleau de guidage analogue pour le brin infé-

rieur. Les tambours d'extrémité PP' sont ceux de la courroie c; la courroie C, avec ses formes, s'enroule sur les tambours p et p'. Ces deux couples de tambours sont commandés par la chaîne sans fin T qui leur communique des vitesses de translation égales. G et G' sont des rouleaux d'extrémité guidant la convoyeuse c sur les tambours extrêmes après qu'elle a quitté les formes t, t.

Les avantages principaux revendiqués par ce nouveau système sont :

- 3° La force motrice nécessaire est moindre que dans les autres systèmes, du fait des bons roulements sur des paliers graisseurs d'entretien facile et de la suppression de tous grippements et frictions inhérents aux différents types de rouleaux;
- 4° Les graisseurs et tous les organes sont aisément accessibles, d'où entretien facile. Chacune des deux courroies a une épaisseur moindre que celle de la courroie unique exigée dans les autres systèmes. La tension des fibres supérieures étant diminuée, la durée des courroies se trouve augmentée de ce fait; sa fabrication est aussi plus facile et plus économique. La courroie convoyeuse c étant celle qui s'use le plus, par suite des frottements des produits transportés, son remplacement peut se faire indépendamment de celui de la porteuse C; d'où diminution considérable des frais d'entretien.

SOCIÉTÉS SAVANTES ET INDUSTRIELLES

Académie des Sciences.

Séance du 12 septembre 1904.

Médecine. — *Luxation traumatique simple de l'atlas sur l'axis, sur un squelette trouvé en place dans un mégalithe de Vendée.* Note de M. Marcel BAUDOUIN, présentée par M. Lannelongue.

En août 1904, fouillant le mégalithe du Terrier de Savatole, au Bernard (Vendée), considéré jusqu'ici comme une simple pierre posée et constituant en réalité des ruines d'allée couverte, M. Baudouin a trouvé, en place, sous l'un des piliers de cette allée, un squelette entier, très bien conservé, surtout au niveau de la colonne vertébrale.

Ayant silicé immédiatement, sur le sol même, et avant que les ouvriers y touchent, la partie cervicale de cette région du squelette, sans enlever la terre entourant les ossements, il a pu enlever les vertèbres, sans changer en quoi que ce soit l'état des parties. Il a observé que toutes les vertèbres des régions cervicale, dorsale et lombaire étaient intactes, complètes, et exactement à leur place, le sujet étant étendu sur le dos, sauf une seule : l'atlas, qui était luxé sur l'axis.

Tout porte à croire qu'il s'agit d'un homme qui fut écrasé par l'éboulement de l'allée couverte. Cette luxation préhistorique, la première qui ait été signalée, constitue un cas intéressant au point de vue archéologique.

M. Lannelongue émet, toutefois, quelques réserves sur l'origine possible de cette luxation, et cite quelques cas d'accidents du même genre qui ont été suivis de guérison.

Physiologie végétale. — *De l'influence de la greffe sur la composition du raisin.* Note de M. G. CURTEL, présentée par M. Gaston Bonnier.

L'auteur s'est proposé d'étudier l'influence de la greffe sur la composition physique et chimique des raisins en comparant dans une même vigne les fruits des plants greffés à ceux des plants francs de pied. Il a opéré sur les deux cépages rouges cultivés en Bourgogne : le Pinot qui donne les grands vins et le Gamay, producteur des vins ordinaires.

Les Pinots francs de pied ou greffés sur *Riparia* vivant côte à côte dans la même vigne, reçoivent par conséquent les mêmes façons culturales. Il en est de même pour les Gamays francs de pied ou greffés sur *Solonis*. L'âge du Pinot greffé était de neuf ans; celui du Pinot franc de pied était indéterminé mais certainement très ancien. L'âge du Gamay franc de pied était de douze ans, celui du Gamay sur *Solonis*, de neuf ans.

Ces expériences ont été poursuivies durant deux années : 1902, année de mauvaise maturité; année 1903, année de bonne maturité moyenne.

Elles amènent M. Curtel à conclure que des différences appréciables s'observent dans la composition chimique et physique des fruits de vigne greffée et non greffée. Les fruits de vigne greffée, plus gros, ont des grains plus volumineux, à peau moins épaisse, moins différenciée, à pépins moins nombreux, mais plus gros, à pulpe plus abondante. Le jus plus abondant est d'ordinaire à la fois plus acide et plus sucré, moins riche en principes fixes, en phosphates notamment, plus chargé de matières azotées, moins tannique, moins coloré et d'une couleur moins stable. La proportion des rafles est nettement inférieure; aussi le rendement à poids égal de récoltes est-il plus considérable pour la vigne greffée. Ces différences varient avec le cépage et le porte-greffe.

Deux faits surtout sont à rappeler : la plus grande altérabilité de la couleur et l'excès d'oxydase sur le Pinot greffé, la plus grande abondance de matières azotées dans le moût. Ces deux faits expliquent peut-être le vieillissement plus rapide de ces vins de vigne greffée et leur plus grande sensibilité aux ferments pathogènes. La pasteurisation en primeur des vins ou moûts, l'emploi des levures, la vinification à l'abri de l'air conviennent donc tout spécialement à ces vins. Il y aurait lieu aussi de tenir compte, dans le choix du porte-greffe, du minimum de modifications qu'il apporte au fruit.

A. B.

BIBLIOGRAPHIE

Revue des principales publications techniques.

CHEMINS DE FER

Le Métropolitain à marchandises de Chicago.

— La ville basse de Chicago est couverte d'un réseau de voies souterraines pour le transport des marchandises. Ce réseau, qui a la forme d'un quadrillage très serré, comporte actuellement 35 kilom. de tunnels; sa longueur totale prévue est d'environ 100 kilom. Primitivement destinés au passage des câbles d'un nouveau réseau téléphonique à communications automatiques, prévu pour 100 000 abonnés, et de tubes pneumatiques, ces tunnels sont déjà pourvus de ces câbles pour 10 000 abonnés.

Le réseau de tunnels, dont la sole est établie à 14 mètres au-dessous du niveau de la chaussée pour permettre la construction ultérieure d'un métropolitain à voyageurs au-dessus de lui, sera relié aux usines et entrepôts de la surface par des ascenseurs de wagons et des plans inclinés. Les tunnels ont une section elliptique à grand axe vertical de 4^m 40 de hauteur et 3^m 90 de largeur à la base pour les grandes artères du réseau et de 2^m 30 de hauteur et 1^m 80 de largeur pour les petites lignes.

L'Iron Age, du 4 août, donne la description de ce métropolitain et de sa construction. Après avoir fait l'histoire de ces travaux, qui commencèrent en 1901, l'auteur décrit le système de construction adopté. On ne pratique aucune tranchée: toute l'excavation de l'argile bleue, qui constitue le sol, se fait entièrement à la main, dans l'air, sous une pression de 4 centimètres d'eau et l'on élève les murs au fur et à mesure des progrès de l'excavation; on bétonne d'abord la sole du tunnel et, pour les petites lignes, on bétonne les parois entre l'argile et des sortes de couchis maintenus par des cintres en fers à U espacés de 1 mètre environ. Pour les grandes artères, on emploie une méthode analogue; l'épaisseur du béton est 0^m 26 et 0^m 46 pour ces deux types de tunnels. 850 hommes (mineurs et maçons) exécutent 90 mètres de tunnel par jour.

Les matériaux sont enlevés dans des wagonnets à voie de 0^m 65, trainés par des mules, et conduits sous terre par un branchement spécial à la décharge du lac Michigan, ou élevés dans des puits rejoignant les trottoirs, et déversés dans des tombereaux.

L'auteur examine ensuite l'utilité industrielle de ce métropolitain, dans un quartier où circulent continuellement 35 000 camions et près de 4 millions de tonnes de charbon par an, et son avenir au point de vue des manipulations de ce charbon.

Il donne ensuite quelques détails sur la locomotive spéciale employée pour la traction; la station d'énergie et les gares de transbordement projetées; les wagons (dont la capacité de chargement est de 15 tonnes), et la manœuvre des trains.

Il y a actuellement environ 5 kilom. de lignes en exploitation. La prise de courant se fait par un troisième rail, mais on emploiera sans doute aussi et surtout le trolley.

Les trains sont en communication téléphonique constante avec le bureau central.

Voiture-école du Subway, de New-York. — La mise en service du « Subway » ou métropolitain souterrain, à New-York, nécessitera le concours immédiat de 3 000 agents, dont l'instruction aura dû être faite au préalable.

Pour y arriver, la Rapid Transit Co a fait construire une voiture-école, dont le *Street Railway*, du 20 août, publie la description, et qui comporte tous les appareils faisant partie de l'équipement d'un système à unités multiples.

Les futurs conducteurs, choisis de préférence parmi les anciens mécaniciens de chemins de fer, sont d'abord instruits des notions générales par un traité écrit spécialement à leur intention. Leur instruction pratique est ensuite complétée sur cette voiture.

CONSTRUCTIONS CIVILES

Formules et tables pour la construction des réservoirs et magasins à matières pondéreuses

— Quand on projette des réservoirs, trémies ou silos pour l'emmagasinage des matières pondéreuses, telles que le charbon, les cendres, les grains, on n'a pas à sa disposition une théorie permettant de déterminer

la répartition des efforts dans les différentes parties, comme dans la construction des ponts, par exemple.

De plus, dans chaque cas particulier, la nature même des matériaux emmagasinés apporte une incertitude nouvelle; les efforts s'exerçant sur les parois dépendent, en effet, pour une même substance, de ses dimensions, de l'angle de son talus d'éboulement et de son état d'humidité. Ces divers facteurs sont essentiellement variables; on en est donc réduit, en l'absence de toute théorie cohérente, à des formules empiriques, répondant à des conditions moyennes.

Ce sont ces formules que donne M. R. W. DULL, dans l'*Engineering News*, du 21 juillet, en envisageant les types les plus usuels de magasins, et les différentes formes de la surface libre du contenu. Ce travail est fait pour quatre sortes de produits : l'antracite, le charbon bitumineux, les cendres et le sable. L'auteur donne également la façon de calculer les raidisseurs d'angles et les fonds de trémies inclinés ou horizontaux.

Chambres à poussières en béton armé. — En dehors de la question humanitaire qui, dans le cas de poussières toxiques, prime toutes les autres, le bénéfice de la condensation des poussières dans les usines métallurgiques ou de produits chimiques est triple : récupération de la matière utile, suppression des réclamations de la part des voisins, propreté des locaux environnants de l'usine. Dans l'*Engineering and Mining*, du 1^{er} septembre, M. M. J. WELCH étudie comment il convient d'établir les chambres en maçonnerie dans lesquelles doit se faire la condensation des poussières. Aujourd'hui on tend à abandonner les chambres en maçonnerie ordinaire, qui sont peu durables et de prix élevé, et à employer le béton armé qui se prête merveilleusement à ce genre de construction. L'auteur donne quelques-uns des types qui ont été employés avec succès dans plusieurs usines.

CONSTRUCTIONS NAVALES

Le vapeur de charge à cinq mâts « Preussen ». — M. KAEMMERER donne la description et les plans, dans la *Zeitschrift des Vereines deutscher Ingenieure*, du 20 août, du vapeur à cinq mâts *Preussen*, qui effectue des voyages de Hambourg au Chili pour apporter des nitrates, et constitue un exemple intéressant de voilier à fort tonnage construit en acier suivant les formules les plus récentes et susceptible, grâce à sa puissante voilure, de franchir la distance du cap Lizard à Iquique en cinquante-sept jours.

Ses principales dimensions sont :

Longueur	mètres	133
Largeur		16,40
Tirant d'eau		8
Tonnage brut	tonnes	5 080
— net		4 750
Charge		8 000

Il est d'ailleurs muni d'une installation à vapeur secondaire pour la commande du gouvernail, des pompes, guindeaux et autres machines.

L'équipage comprend une cinquantaine d'hommes.

ÉLECTRICITÉ

La densité du courant et la tension les plus profitables pour la transmission de l'énergie.

— Le problème économique des transports d'énergie se pose généralement de la manière suivante : une puissance utile que l'on veut produire étant donnée d'avance, quelle puissance doit-on installer à l'usine génératrice située à une distance D de l'usine et quelle est la section des canalisations à adopter pour que la dépense d'installation et le prix de revient de l'énergie à la station réceptrice soient minima ?

La résolution de ce problème conduit à la règle de lord Kelvin, sur la densité la plus économique.

D'après M. SWYNGEDAUM, qui étudie cette question dans le *Bulletin de la Société internationale des Électriciens* (juin 1904), le problème économique réel serait légèrement différent du précédent. Bien que la pratique semble avoir consacré le principe de la dépense minimum, il lui paraît plus rationnel de mener une entreprise de façon à en tirer le meilleur parti et le plus grand bénéfice : dans les transports d'énergie, la puissance utile n'est d'ailleurs pas absolument déterminée; elle est appelée à grandir tandis que la puissance installée à l'usine est toujours donnée. Aussi pose-t-il le problème de la façon suivante :

Étant donnée une usine génératrice de puissance

installée donnée P, dans quelles conditions faut-il transmettre l'énergie à la station réceptrice pour retirer de l'entreprise le plus grand bénéfice ?

Ayant mis ce problème en équation, M. Swynge-dauw en déduit la densité la plus profitable. Il est amené ainsi à énoncer cette règle :

Lorsqu'on se donne la tension de transmission et la puissance installée à l'usine, la section la plus profitable à donner aux lignes de transmission est telle que le prix de vente d'une quantité d'énergie égale à l'énergie perdue en ligne est égal à l'amortissement des câbles qui la constituent.

Examinant ensuite la tension la plus profitable, il établit que si l'on se donne la densité du courant à transmettre, la tension la plus favorable de transmission est telle que l'amortissement de l'augmentation de prix des transformateurs de départ et d'arrivée due à l'accroissement de la tension est égal au double de l'amortissement des câbles qui transmettent le courant.

Recherche des défauts sur les réseaux de distribution. — Dans l'*Electrical Review*, du 22 juillet, M. Horace Boor indique la méthode qu'il emploie pour la localisation des terres sur un réseau de distribution.

Cette méthode ne nécessite l'emploi que d'un accumulateur double pouvant débiter 20 ampères, un fil calibré et divisé en 200 parties, et un galvanomètre portatif.

Afin de neutraliser les courants telluriques, on intercale dans le circuit du galvanomètre une résistance fermée sur deux piles sèches, et connectée en un point approprié.

L'auteur indique une variante qui permet d'éviter cette neutralisation, mais qui est moins sensible.

Il donne quelques exemples de défauts localisés par cette méthode et en montre ainsi la précision.

L'usine électrique d'Ipswich. — L'*Electrical Review*, du 5 août, décrit l'usine d'éclairage et de traction de la ville d'Ipswich.

La salle des générateurs renferme quatre chaudières marines pouvant fournir chacune 5 200 kilogr. de vapeur à l'heure, avec économiseur, et une chaudière Lancashire combinée avec un destructeur d'ordures pouvant brûler 40 tonnes par vingt-quatre heures en fournissant 1 kilogr. de vapeur à 14 kilogr. par kilogramme de matière brûlée.

La salle des machines contient trois groupes de 360 chevaux et deux groupes de 200 chevaux comprenant une machine verticale compound à trois manivelles et à grande vitesse, et une dynamo à huit pôles. Deux équilibreurs actionnés par machines à vapeur, à deux survolteurs, complètent le matériel.

La condensation est indépendante; l'eau des condenseurs à surface retourne aux chaudières après avoir traversé un filtre à huile.

La station est pourvue d'une batterie d'accumulateurs.

Cette usine alimente actuellement, en plus des tramways, 200 chevaux de moteurs, et l'équivalent de 21 000 lampes de 8 bougies.

Transmission d'énergie électrique par conducteurs aériens à grande portée. — L'*Engineering News*, du 7 juillet, donne un extrait d'un mémoire de M. F. O. BLACKWELL, sur l'emploi de poteaux métalliques de grande hauteur, permettant par conséquent de très longues portées, pour supporter les conducteurs électriques aériens.

Après avoir énuméré les inconvénients des poteaux en bois, l'auteur fait ressortir l'intérêt qu'il y aurait à réduire le nombre de supports, à augmenter leur hauteur et la portée des conducteurs, problème qui ne peut être pratiquement résolu que par l'emploi de poteaux métalliques. Il montre que, en dehors de la question d'isolement qui peut être facilement résolue d'ailleurs, ceux-ci, en observant certaines règles de construction qu'il donne, n'ont que des avantages. Ces conditions et avantages sont exposés dans une série de paragraphes intitulés : prix des supports, résistance, élasticité, dilatation du conducteur, mou qui prend le conducteur sous l'élévation de température, hauteur et construction des pylônes, isolateurs, leur composition, leur résistance aux efforts mécaniques.

L'usine électrique de Dubuque (Iowa). — Cette usine, destinée à remplacer plusieurs stations séparées, est prévue pour alimenter à la fois des tramways et des réseaux de lumière et de force. Elle est décrite dans le *Street Railway*, du 6 août.

Les points suivants la caractérisent :

Fondations sur pieux coniques en béton ;

Dispositions spéciales pour la manutention du combustible, qui tombe directement des wagons dans un broyeur, pour être ensuite réparti par des transporteurs, dans les soutes, au-dessus de la salle des chaudières ;

Cheminée en acier sans haubans, avec revêtement intérieur en briques réfractaires et couronnement de forme spéciale ;

Emploi exclusif de turbines à vapeur verticales, avec paliers de butée en bois, graissés à l'eau (quatre unités de 500 kilowatts, vapeur surchauffée, condensation par surface) ;

Le courant est produit sous la tension de 2 300 volts, fréquence 60.

ÉTUDES ÉCONOMIQUES

Traversée de Brazzaville au Caire par l'Oubangui et le Bahr-el-Ghazal. — Dans une communication à la *Société de Géographie commerciale* (Buletins de mai et juin 1904), M. Ch. PIERRE expose le voyage qu'il a récemment effectué de Brazzaville au Caire par l'Oubangui et le Bahr-el-Ghazal.

Après avoir donné un aperçu historique et ethnographique du Bahr-el-Ghazal et des trois sultanats M'Bomou, qui occupent une superficie de 140 000 kilom. carrés et forment le trait d'union entre le Congo et le Nil, M. Pierre décrit ses étapes successives, soit en pirogue, soit par voie terrestre au travers de pays accidentés, couverts de grandes étendues de bois très denses, ou coupés de rivières marécageuses qui obligent l'explorateur à de constants bains de vase.

L'auteur rentra en Europe par la voie du Nil afin de pouvoir comparer les difficultés des deux trajets et de voir si nous n'avions pas intérêt à emprunter pour nos transports le Nil plutôt que l'Oubangui et le Congo.

Il donne de curieux détails sur les mœurs des populations, anthropophages pour la plupart, qu'il a rencontrées dans son exploration, et termine par quelques considérations sur l'avenir réservé à la colonisation du Haut-Oubangui. Il estime que, bien qu'il soit difficile de préciser avec des chiffres statistiques qui n'existent pas encore, la démonstration pratique s'est faite jusqu'ici par l'état de prospérité des sociétés de colonisation qui s'y sont établies. Les recettes douanières de Brazzaville, actuellement en progrès de 56 800 francs sur l'année 1903, sont presque exclusivement alimentées par le Haut-Oubangui et la Haute-Sangha.

Les deux seuls produits d'exploitation sont, à l'heure actuelle, l'ivoire et le caoutchouc. Le tonnage total, en provenance ou à destination du Congo, au-dessus de Brazzaville, est de 5 000 tonnes et s'accroît tous les ans.

M. Pierre considère donc comme certaine la prospérité de la colonie du Moyen-Congo, surtout lorsque le problème des transports aura été résolu.

MATÉRIAUX DE CONSTRUCTION

Nouvel appareil pour la détermination rapide du poids spécifique des ciments. — L'*Engineering Record*, du 16 juillet, reproduit un mémoire de M. D. D. JACKSON dans lequel sont décrits l'appareil et la méthode imaginés par l'auteur pour déterminer exactement et rapidement le poids spécifique des ciments.

Le principe de la méthode consiste à mesurer le volume d'un liquide de densité connue qui est déplacé par un poids connu de ciment. Le liquide employé ici est le kérosène. L'appareil comporte une burette en verre, graduée directement en densités et surmontée d'un réservoir. Le volume total jusqu'à un trait de repère, placé au sommet du réservoir, est de 200 centimètres.

Le liquide de la burette est versé dans une fiole jaugée exactement à 200 centimètres cubes après qu'on y a mis 50 grammes de ciment, et jusqu'à ce que le liquide affleure au trait de repère de la fiole. Le niveau du liquide restant dans la burette s'arrête à une division qui donne directement la densité cherchée.

L'auteur expose les conditions à observer pour réaliser la précision que l'appareil comporte et qui est de 0,01.

Il donne aussi les tables de correction relatives à la température en graduation Fahrenheit et centigrade, et la limite d'erreur pouvant résulter d'une variation de la densité du kérosène.

Une semblable détermination ne demande que dix minutes, pesée comprise.

MÉCANIQUE

Machine à égaliser la couche de métal sur les objets étamés ou galvanisés de petites dimensions. — La description et le fonctionnement de cette machine, imaginée par M. George Porter, de San-Francisco, sont donnés dans l'*Iron Age*, du 18 août.

Le procédé consiste à secouer les objets dès qu'ils sortent du bain d'étain ou de zinc, et alors que le métal est encore mou. Ces objets, en même temps qu'ils sont projetés et secoués de toutes façons et à mesure qu'ils progressent dans les différentes parties de l'appareil, sont refroidis graduellement par des ventilateurs. Les différentes parties de la machine sont à double enveloppe et à circulation d'eau.

Les objets finis et refroidis arrivent en queue de la machine mélangés à l'excès de zinc ou d'étain qui est sous forme de grenailles ; ils en sont débarrassés par un criblage.

Toutes ces opérations se font dans la même machine.

On peut ainsi galvaniser ou étamer des clous, crochets, boulons, écrous, etc., sans crainte d'encrasser les filets de vis.

La machine peut passer de 1 000 à 1 500 kilogr. d'objets à l'heure (selon dimensions) ; elle réalise une économie de métal considérable et a l'avantage de laisser au métal de couverture toute sa malléabilité, alors que dans le procédé de refroidissement par immersion dans l'eau, il subissait une sorte de trempe et devenait cassant.

Machine à essayer de 300 tonnes. — En Amérique, comme en Europe, on tend de plus en plus à remplacer les essais de matériaux faits sur des échantillons d'épreuve spécialement préparés, par des essais sur les matériaux tels qu'ils sont employés dans la construction, d'où la création de laboratoires d'essais industriels, munis d'engins puissants, comme celui du Conservatoire des Arts et Métiers, dont le *Génie Civil* a déjà donné plusieurs descriptions. C'est un laboratoire semblable qui vient d'être établi à l'Université de Champaign (Illinois), et dans lequel on va installer une machine à essayer les matériaux, de 300 tonnes ; de la même force, par conséquent, que celle du Conservatoire des Arts et Métiers (1). L'*Iron Age*, du 21 juillet, donne la description et le fonctionnement de cette machine.

Elle est du type vertical, que construisent ordinairement MM. Riehle Brothers, de Philadelphie, avec cette différence qu'on y a adjoint quatre colonnes de guidage, pour le sommet supérieur. Ces colonnes sont solidement fixées au socle de la machine, et absolument indépendantes du mécanisme de mesure.

Avec cette machine, on pourra essayer des colonnes en fonte, des poutres et pièces irrégulières en béton armé, les briques, les ciments et pierres de taille, et en général, toutes pièces de fortes dimensions et de grande longueur : jusqu'à 7^m 60 pour la compression et 6^m 70 pour la traction.

La machine est manœuvrée par un moteur de 15 chevaux. Ses caractéristiques principales sont : hauteur totale, 11^m 20 ; longueur, 5^m 18 ; largeur, 3^m 25 ; hauteur au-dessus du sol, 9^m 35 ; poids 50 tonnes.

MÉTALLURGIE

Le coût de la production de l'énergie dans une grande usine métallurgique. — M. IFFLAND, après avoir signalé, dans le *Stahl und Eisen*, du 15 juin, la difficulté d'évaluer quel avantage économique procure, dans une grande usine, la centralisation totale ou partielle de la production d'énergie électrique et le choix de moteurs à gaz, à vapeur (machines à pistons ou turbines), etc., consacre une étude détaillée à cette question.

Tout en estimant que la commande électrique, aujourd'hui pratique même pour de gros laminiers, peut être souvent avantageuse, il dresse quatre devis complets pour l'installation d'une grande usine avec : 1° machines à vapeur ; 2° moteurs à gaz ; 3° moteurs électriques, avec station centrale à moteurs à gaz ; 4° moteurs électriques avec station centrale à turbines à vapeur.

Ces devis, embrassant les fours à coke, les hauts fourneaux, l'aciérie et ses annexes, la forge, etc., dans des tableaux détaillés qui tiennent compte, pour chaque machine, de sa puissance, de son prix d'achat, de l'énergie dépensée annuellement et du

(1) Voir le *Génie Civil*, t. XLV, n° 9, p. 437.

prix du kilowatt-heure absorbé, sont longuement discutés, et l'auteur conclut au rejet de la commande directe par machines à vapeur, et, dans presque tous les cas, à l'avantage économique de la station centrale.

Celle-ci pourra être actionnée par moteurs à gaz ou par turbines à vapeur, suivant les gaz dont on dispose, l'emplacement, la nature du terrain, etc., les turbines étant des appareils légers et peu encombrants.

Installation de laminoirs à Monterey (Mexique). — Une usine métallurgique a été récemment construite à Monterey, dans une région riche en mines de fer et de charbon, pour fournir une partie des fers dont le Mexique fait une consommation de plus en plus considérable. M. GOLDSTEIN donne, dans le *Stahl und Eisen*, du 15 juin, une description, accompagnée de plans, des laminoirs de cette usine : un blooming, un duo dégrossisseur et un trio finisseur, puis deux trains de moindre importance.

La manutention est hydraulique : levage des chariots, couverture des portes des fours, commande des cisailles, etc. Chaque train est commandé par un moteur à vapeur.

L'enfournement des blooms dans les fours à réchauffer se fait au moyen d'une chargeuse électrique.

Cette description permet d'étudier un exemple intéressant d'installation moderne de laminoirs de moyenne importance.

PHYSIQUE INDUSTRIELLE

Étude sur les ajutages des turbines de Laval. — M. Karl BÜCHNER publie, dans la *Zeitschrift des Vereines deutscher Ingenieure*, des 9 et 23 juillet, une étude théorique sur les ajutages coniques des turbines de Laval, où il reproduit les résultats des recherches antérieures de MM. Fliegner et Rosenhain sur les ajutages divergents.

Il décrit ensuite ses expériences personnelles, consistant à mesurer les pressions en différents points le long de l'ajutage, au moyen de petits orifices percés perpendiculairement à l'axe, et mis en communication par des tubes avec un manomètre. L'installation comportait une arrivée de vapeur vive, un sécheur de vapeur, l'ajutage expérimenté, une vanne de réglage et un condenseur, ainsi que le dispositif manométrique.

De nombreux tableaux et diagrammes expriment les résultats de ces essais, en fonction des pressions, des profils d'ajutage et des dimensions de ces ajutages.

Combustion spontanée du charbon. — Dans un mémoire, que reproduit l'*Engineering News*, du 18 août, M. A. O. DOANE analyse les causes auxquelles on attribue la combustion spontanée de certains charbons et recherche les moyens de l'éviter ou tout au moins de la diminuer et de la combattre.

Toutes choses égales d'ailleurs, l'élévation de température, qui est due à une combustion lente, sera d'autant plus grande que le charbon est plus gras, plus menu, que l'arrivée d'air est plus facile et que la température des locaux où le charbon est emmagasiné est plus élevée.

L'auteur indique comme principaux moyens préventifs des incendies : l'emploi du métal pour les magasins et la ventilation autour de leurs parois ; il donne aussi quelques procédés permettant de déterminer la température au cœur d'un tas qu'on soupçonne devoir s'enflammer ainsi que la manière d'abaisser localement cette température au moyen d'une injection d'eau faite avec une lance à pointe conique.

Dispositif stroboscopique pour la mesure du glissement des alternomoteurs. — M. WAGNER décrit, avec calculs à l'appui, dans les *Annalen für Gewerbe und Bauwesen*, du 15 juillet, un dispositif stroboscopique pour la mesure du glissement d'un alternomoteur ou pour la mesure de la fréquence d'un courant alternatif quelconque. Il est basé sur l'emploi d'un disque en carton divisé en n secteurs noirs et n secteurs blancs, commandé (par l'intermédiaire d'un engrenage réducteur de vitesse) par le moteur en expérience, et éclairé normalement par une lampe électrique dont le courant provient du même réseau que celui du moteur.

L'auteur établit les équations qui permettent de déduire, du nombre z de secteurs qu'on voit passer par minute devant un index fixe, dans le mouvement apparent de rotation du disque, la valeur du glissement du moteur. La valeur du nombre n des secteurs noirs et blancs doit être choisie de

façon qu'on puisse facilement compter z ; aussi dispose-t-on de toute une série de disques à secteurs en nombre variable.

D'autres équations, déduites des premières, fournissent la valeur de la fréquence du courant et de la vitesse de rotation du moteur.

SCIENCES

Conservation et utilisation de l'énergie. — M. G. MESLIN, professeur de physique à l'Université de Montpellier, étudie, dans la *Revue générale des Sciences* des 30 juin et 15 juillet, la conservation et l'utilisation de l'énergie.

Dans un premier article il fait remarquer tout d'abord l'espèce de malentendu qui existe entre les thermochimistes et les thermodynamistes : les premiers, continuant à penser que le sens des transformations est donné, dans le domaine chimique, par le principe du travail maximum tel qu'il a été énoncé par M. Berthelot, y apportent, avec le savant chimiste, les restrictions nécessaires pour le faire cadrer avec l'expérience ; les seconds, remarquant qu'il n'est point d'accord avec les principes de la thermodynamique, formulent une règle plus générale, moins impérative il est vrai, mais susceptible de s'appliquer à toutes les transformations, qu'elles soient d'ordre physique ou chimique.

Les thermochimistes objectent alors que la nouvelle quantité introduite par les thermodynamistes est malaisée à connaître et même à définir, qu'elle se prête mal aux déterminations expérimentales, et qu'elle exige enfin la considération d'une nouvelle fonction, l'entropie, en partant d'une notion obscure, la réversibilité, phénomène difficile lui-même à concevoir.

M. Meslin estime cependant qu'il est possible d'introduire dans l'enseignement cette règle compliquée qui est basée, comme l'a dit M. Poincaré, « sur un concept si prodigieusement abstrait » et croit que l'on peut ainsi, tout en employant un langage assez simple au point de vue des calculs pour qu'il puisse être tenu dans un enseignement élémentaire, introduire des notions exactes et préciser les approximations que l'on est amené à faire dans la pratique.

Il consacre, dans cet ordre d'idées, la première partie de son travail à l'énoncé des règles générales qui permettent de prévoir le sens des transformations conformément aux principes de la thermodynamique. Dans la seconde il montre, par l'étude d'une série de cas particuliers, comment les règles qu'il a indiquées peuvent être utilisées pour prévoir le sens des transformations.

TRAMWAYS

Fonctionnement des batteries-tampons dans un réseau de tramways. — M. J. PAGLIANO étudie, dans le dernier *Bulletin de la Société Scientifique industrielle de Marseille*, le fonctionnement des batteries-tampons dans un réseau de tramways ; ces batteries, que les Compagnies de tramways possèdent presque toujours, servent à assurer le service pendant la nuit et aux heures de faible charge, à démarrer les commutatrices et même à permettre de faire un service plus ou moins réduit, en cas d'arrêt de l'usine pendant la journée. Il était donc tout naturel de songer à les utiliser comme tampon en les faisant décharger aux instants de forte charge et en les faisant charger aux instants de faible charge, de manière à maintenir constant le débit des machines génératrices.

Après avoir examiné de quelle manière les batteries devaient être reliées aux génératrices pour réaliser ces desiderata, l'auteur cite quelques résultats intéressants fournis par la pratique.

La nouvelle Compagnie Lyonnaise de Tramways débite en moyenne 600 ampères sur le réseau ; elle a installé, après coup, une batterie d'accumulateurs composée de 270 éléments de 300 ampères-heure qui marche comme tampon au moyen d'un survoltteur Siemens. Par moment, la batterie fournit à la décharge des courants de 400 à 500 ampères et elle prend, à la charge jusqu'à 300 ampères, ce qui correspond à une variation totale de 800 ampères. Avant l'installation de la batterie-tampon, la consommation de charbon par kilowatt utilisé était de 2^h 300 ; depuis l'installation de cette batterie, la consommation varie de 1^h 800 à 1^h 900, soit une économie de 20 %.

Il en est de même à la Compagnie des Tramways de Reims, où l'installation d'une batterie-tampon procure une économie d'environ 40 francs par jour. De plus, cette batterie fait les services de nuit qui n'étaient pas assurés avant son installation.

Ouvrages récemment parus.

L'Accumulateur électrique et ses applications industrielles, par Lamar LYNDON, traduit de l'anglais par M. Ch. DE VAUBLANC, Ingénieur à la Société française de l'accumulateur Tudor. — Un volume grand in-8° de 390 pages, avec 185 figures. — Béranger, éditeur, Paris, 1904. — Prix : relié, 17 fr. 50.

Cet important traité contient une étude très complète de la constitution et de l'exploitation des batteries d'accumulateurs. L'auteur s'est proposé d'aider l'Ingénieur à construire, installer et conduire les batteries, et de le guider dans le choix des accumulateurs et de l'appareillage auxiliaire les mieux appropriés aux besoins, en indiquant les limites de leur emploi. Les calculs ont été réduits au minimum et exposés de la façon la plus claire.

La première partie est consacrée à la théorie de l'accumulateur au plomb ; l'auteur y étudie les conditions générales auxquelles doivent satisfaire les plaques, la quantité et la répartition de la matière active, l'électrolyte, les bacs, les variations de la résistance intérieure, de la capacité, du rendement, les remèdes aux détériorations, les soins à donner aux batteries, l'assemblage, l'installation et les essais.

M. Lyndon, dans la seconde partie, passe en revue les manières d'utiliser les batteries : groupements divers, éléments en opposition, éléments de réduction ; puis les appareils auxiliaires : réducteurs et indicateurs, survoltteurs shunt, série, compound, différentiels, à excitation séparée, etc. ; enfin les rhéostats et disjoncteurs.

Les distributeurs à deux et trois fils, la détermination de la capacité et du rendement des batteries, les exemples d'utilisation, forment l'objet des derniers chapitres de l'ouvrage.

M. de Vaublanc y a ajouté une note sur l'accumulateur Edison, d'après les expériences de MM. Janet, Hospitalier et Hibbert, qui ont été l'objet d'un article détaillé dans le *Génie Civil* (1).

Les Produits coloniaux d'origine minérale. Géologie et minéralogie des colonies, par Louis LAURENT, docteur ès sciences. — Un volume in-18 de 352 pages, avec 12 planches et 56 figures. — J.-B. Baillière et fils, éditeurs, Paris, 1904. — Prix : cartonné, 5 francs.

Cet ouvrage est le quatrième de la bibliothèque coloniale éditée par la maison Baillière. C'est un résumé de l'enseignement professé par l'auteur aux cours fondés par la Chambre de Commerce de Marseille.

Une première partie très courte donne un exposé des connaissances géologiques bien imparfaites que l'on possède sur nos colonies. Chaque chapitre relatif à une colonie se termine par un tableau indiquant la situation des principaux gisements reconnus, exploités ou non.

Vient ensuite l'étude particulière de chacun des minerais. Les principales sortes de chaque minerai sont indiquées avec leurs caractères les plus saillants : mode de gisement, moyens d'extraction usités par les indigènes dans chaque colonie, et ceux qui, en l'état actuel des choses, paraissent présenter le plus de chances de succès.

L'auteur insiste, chaque fois qu'il y a lieu, sur ce fait : que les conditions sont tout autres dans les pays neufs qu'en Europe et que l'abondance ou l'absence de main-d'œuvre, de voies de communication, changent parfois le moyen d'exploitation d'un gîte, et qu'enfin des procédés très perfectionnés peuvent échouer là où d'autres plus simples auraient donné pleine satisfaction.

Enfin l'ouvrage traite des débouchés commerciaux, du courant d'affaires et des bénéfices auxquels chaque produit minéral donne lieu.

Annuaire des Ingénieurs de France pour 1904.

— Un volume in-8° de 335 pages. — J. Loubat et C^e, éditeurs, Paris, 1904. — Prix : 5 francs.

Cette seconde édition de l'Annuaire des Ingénieurs de France contient un grand nombre d'adresses d'Ingénieurs sortis des Écoles Centrale, des Mines, des Ponts et Chaussées, des Arts et Métiers, d'Électricité, etc.

(1) Voir le *Génie Civil*, t. XLIV, n° 24, p. 333.

LE GÉNIE CIVIL

REVUE GÉNÉRALE HEBDOMADAIRE DES INDUSTRIES FRANÇAISES ET ÉTRANGÈRES

Prix de l'abonnement par an. — Paris : 36 francs; — Départements : 38 francs; — Étranger et Colonies : 45 francs. — Le numéro : 1 franc.

Administration et Rédaction : 6, rue de la Chaussée-d'Antin, Paris.

SOMMAIRE. — **Mécanique** : Les nouvelles usines Cail, à Denain (Nord). Société Française de Constructions Mécaniques (*planche XXIII*) (*suite et fin*), p. 353; Ch. DANTIN. — **Mines** : Nouveaux appareils respiratoires en usage dans les mines, p. 358; H. SCHMERBER. — **Aéronautique** : La campagne de 1904 du ballon Lebaudy, p. 362; L'-Colonel G. ESPITALIER. — **Variétés** : Perméabilité à l'eau des peintures à l'huile, p. 364; — Dynamomètre Kintner, p. 364; — Éclairage électrique des trains, système Boehm, p. 365; —

École Centrale des Arts et Manufactures : Liste, par ordre de mérite, des candidats admis à la suite du concours d'admission de 1904, p. 365.

SOCIÉTÉS SAVANTES ET INDUSTRIELLES : Académie des Sciences (19 septembre 1904), p. 366. — BIBLIOGRAPHIE : Revue des principales publications techniques, p. 366; — Ouvrages récemment parus, p. 368. — INFORMATIONS : Concours d'installation de chambres d'hôtels, p. 368; — Le trafic du canal « Kaiser-Wilhelm » en 1903-1904, p. 368.

Planche XXIII : Pont roulant électrique de 30 tonnes, de l'usine de Denain.

MÉCANIQUE

LES NOUVELLES USINES CAIL, A DENAIN (NORD)

Société Française de Constructions Mécaniques.

(*Planche XXIII. — Suite et fin*.)

FORGES. — Les forges sont installées dans trois travées H, I, J (fig. 1, pl. XXII) qui font suite aux précédentes. La travée H est

Un certain nombre de forges maréchales, quatre fours à réchauffer et deux à cémenter;

Un grand four à recuire, adossé à l'atelier de chaudronnerie, et capable de recuire une boîte à feu avec une virole de chaudière, ou des viroles assemblées de chaudière de locomotive;

Un puits de trempe pour longues pièces, constitué par un bouilleur de chaudière enterré verticalement;

Deux ventilateurs actionnés par des petits moteurs à vapeur (les seuls moteurs à vapeur isolés dans l'usine);

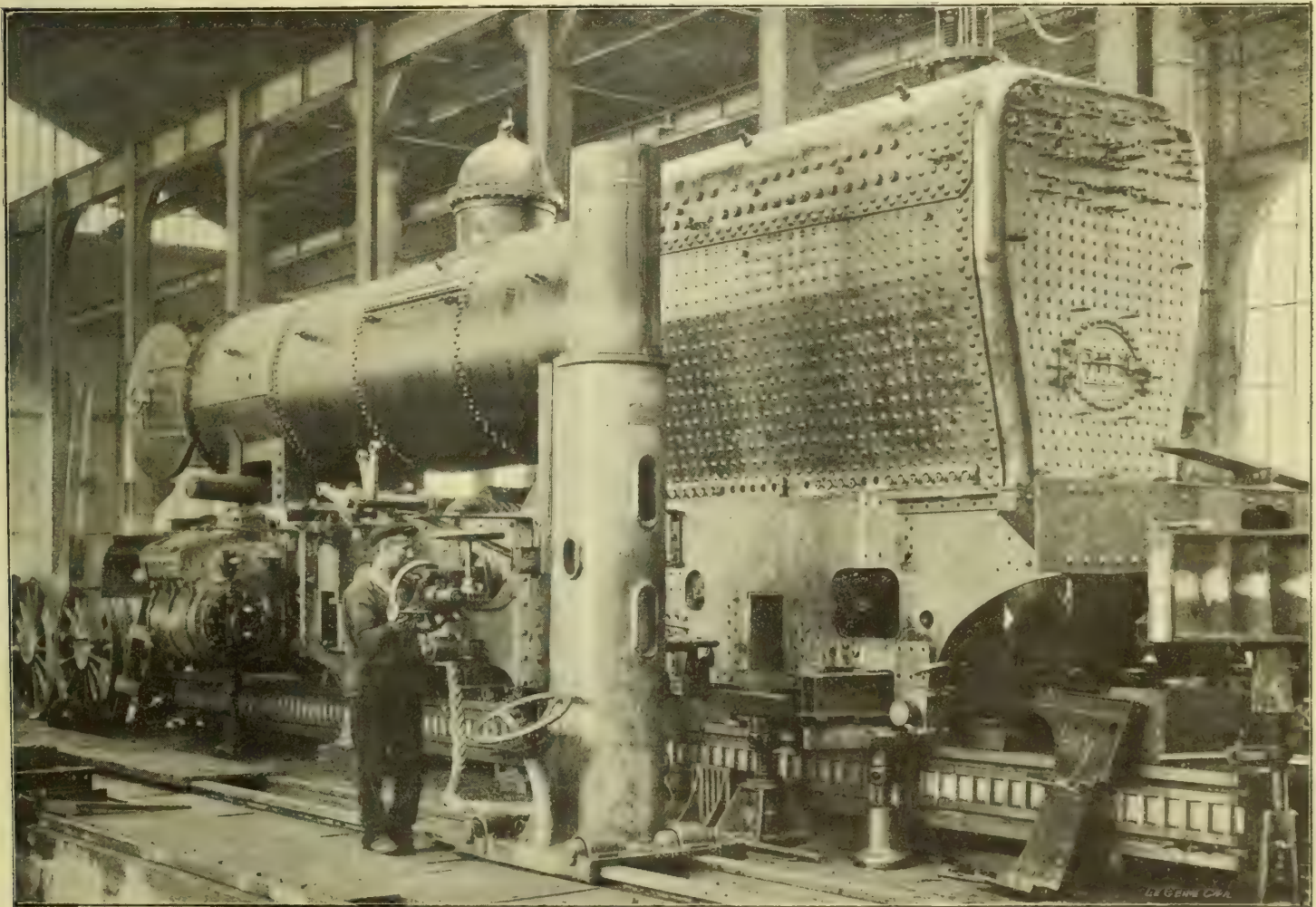


FIG. 1. — USINE DE LA SOCIÉTÉ FRANÇAISE DE CONSTRUCTIONS MÉCANIQUES : Montage des locomotives sur le mannequin universel.

plutôt destinée aux travaux de chaudronnerie, la suivante est celle des gros pilons, et la dernière sert de petite forge.

On remarque dans cet atelier :

Une machine à souder opérant par refoulement des pièces à réunir;

Une cuve à embattre les bandages de roues et une petite presse hydraulique à deux pistons (l'un vertical et l'autre horizontal) pour embattre les ressorts;

Trois gros pilons, dont l'un à double effet;

Onze petits pilons, dont plusieurs à double effet;

Quatre chaudières de 100 mètres carrés chacune, montées sur des fours à réchauffer et utilisant leur chaleur pour fournir la vapeur aux pilons;

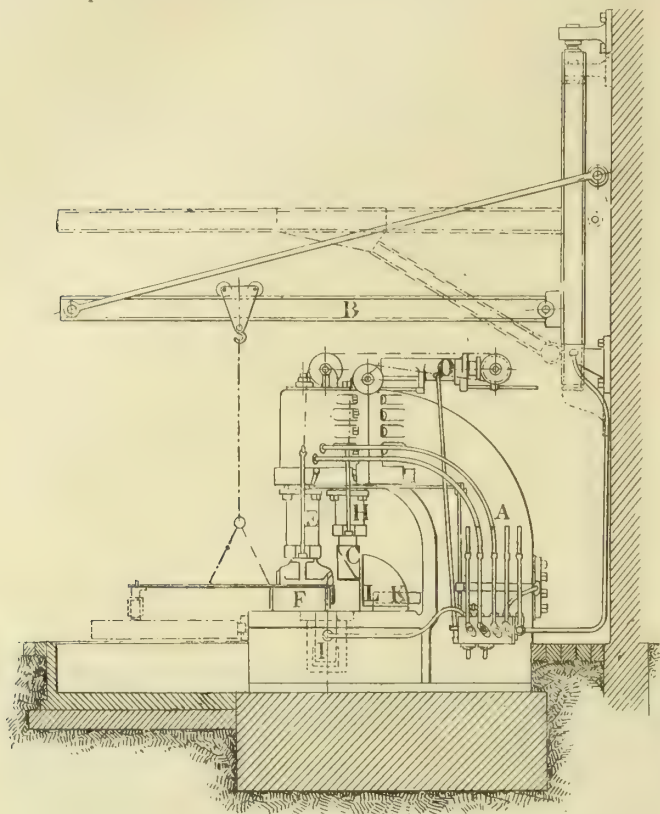
De nombreuses potences pour le service des pilons;

Un pont roulant de 3 tonnes et un de 2 tonnes, et quatre grues, dont deux de 15 tonnes;

Enfin, une presse hydraulique Twedell à embattre les bords des

(4) Voir le *Génie Civil*, t. XLV, n° 21, p. 337.

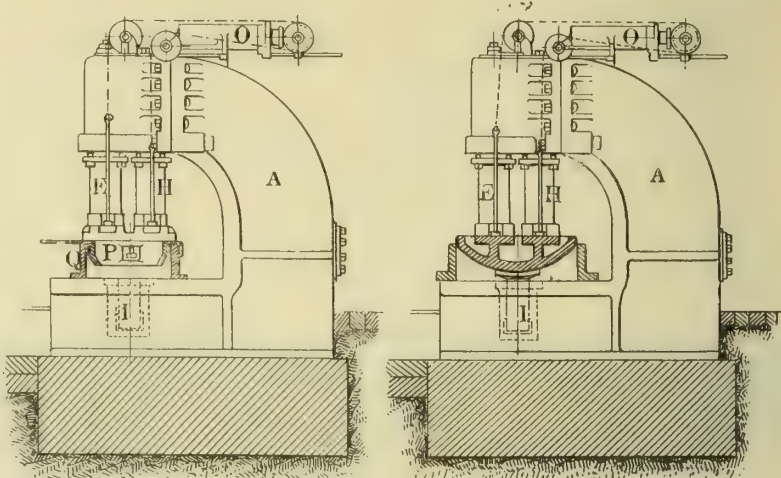
tôles (fig. 2 à 4). Cette presse A comporte deux pistons supérieurs verticaux, qui portent les étampes principales C et E; celle-ci pour presser la tôle sur l'enclume F, celle-là pour en abattre progressivement les bords. Un petit piston de relevage horizontal O, agissant sur une poulie mouflée, sert à remonter à la fois les deux grands pistons. Enfin, un piston inférieur I peut agir par-dessous pour emboutir certaines pièces.



en acier spécial prend des flèches élastiques environ quatre fois plus grandes que l'autre, et absorbe ainsi un travail quadruple avant d'atteindre sa limite élastique.

Les figures 1 à 4, planche XXIII, représentent un pont roulant de 30 tonnes et le détail de son chariot. Les deux poutres du pont, avec la cabine inférieure, reposant sur quatre galets de 0^m 76 de diamètre, ne présentent pas de particularité notable. Un moteur D, qui com-

FIG. 2 à 4. — Élévations de la presse hydraulique, montrant son adaptation au travail de diverses pièces embouties.



La presse est ainsi susceptible de fabriquer les objets les plus variés, par la combinaison d'étampes de divers profils sur l'un ou l'autre des pistons E et H, ou par l'emploi d'étampes montées sur les deux pistons à la fois (emboutissage des calottes de chaudières, par exemple).

Un four voisin sert à réchauffer les tôles entre chaque passe.

Une potence hydraulique B, dont le bras se déplace verticalement sous l'action d'un piston vertical manœuvré par un des leviers de la presse, permet une manœuvre facile des grandes tôles, les mouvements latéraux étant seuls réalisés à force de bras.

À côté de la forge se trouve un important magasin desservi par une voie ferrée.

PONTS ROULANTS.

Tous les ponts roulants de quelque importance sont électriques, et, pour la plupart, munis de trois moteurs qui commandent les déplacements dans les trois directions. Les plus puissants sont de 30 tonnes. La manœuvre se fait d'une cabine aérienne. Le mouvement de translation est très rapide (2 mètres par seconde au besoin) pour réduire au minimum le temps des manœuvres.

Pour certains ponts roulants puissants construits par la Société, il a été employé un acier à haute limite d'élasticité (45 kilogr.) qui a permis d'établir une charpente très légère, sans crainte de fragilité. Des essais ont montré qu'avec une poutre pesant moitié moins qu'une poutre similaire de même portée, en métal doux ordinaire, la poutre

mande un axe parallèle aux poutres, produit la translation du pont entier.

Quant au chariot, il est équipé de deux moteurs : le premier, M₁, produit la translation du chariot par l'intermédiaire des roues dentées a, b, c et de l'arbre d, qui commande les engrenages e et f, et, enfin, les deux galets g (fig. 4, pl. XXIII).

Le moteur M₂ est celui du double treuil à chaînes T₁, T₂, qu'il actionne par les engrenages l, m, n et o; la chaîne descend des deux treuils et s'enroule sur un palan dont les trois poulies mobiles sont au crochet de levage, et les trois poulies fixes sont en P et prennent appui sur la charpente du chariot. La pièce est donc supportée par six brins de chaîne.

L'arbre du moteur M₂ est pourvu (fig. 3, pl. XXIII) de deux systèmes de freinage :

1° Un frein à ruban, avec sabots en bois r, de section triangulaire, agissant sur un tambour à gorge conique. Un électro-aimant puissant E, inséré dans le circuit et agissant sur une armature

fixée au levier de manœuvre du frein, maintient celui-ci desserré tant que le courant passe dans le moteur et, par conséquent, dans l'électro;

2° Un frein F, à coincement, consistant en une boîte sur les parois intérieures de laquelle peuvent se coincer deux flasques y et z, montées sur l'arbre du moteur, et encastrées l'une dans l'autre par une surface en pas de vis dirigé dans un sens tel que ces flasques s'écartent l'une de l'autre aussitôt que le moteur tend à tourner dans le sens de

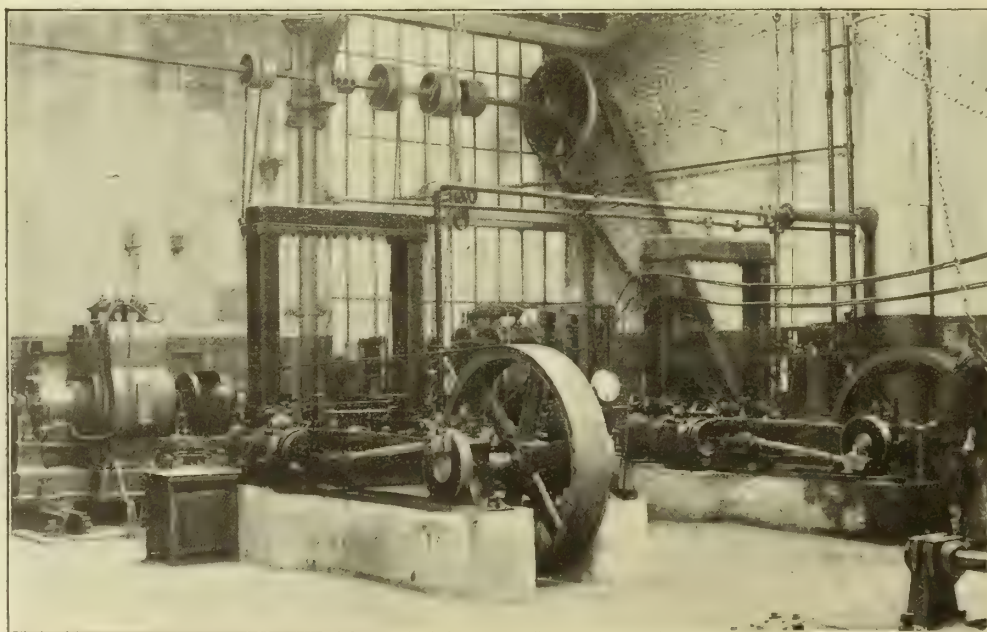


FIG. 5. — Groupe des compresseurs d'air.

PONT ROULANT ÉLECTRIQUE DE 30 TONNES, DE L'USINE DE DENAIN

Fig.1. Elévation du pont roulant

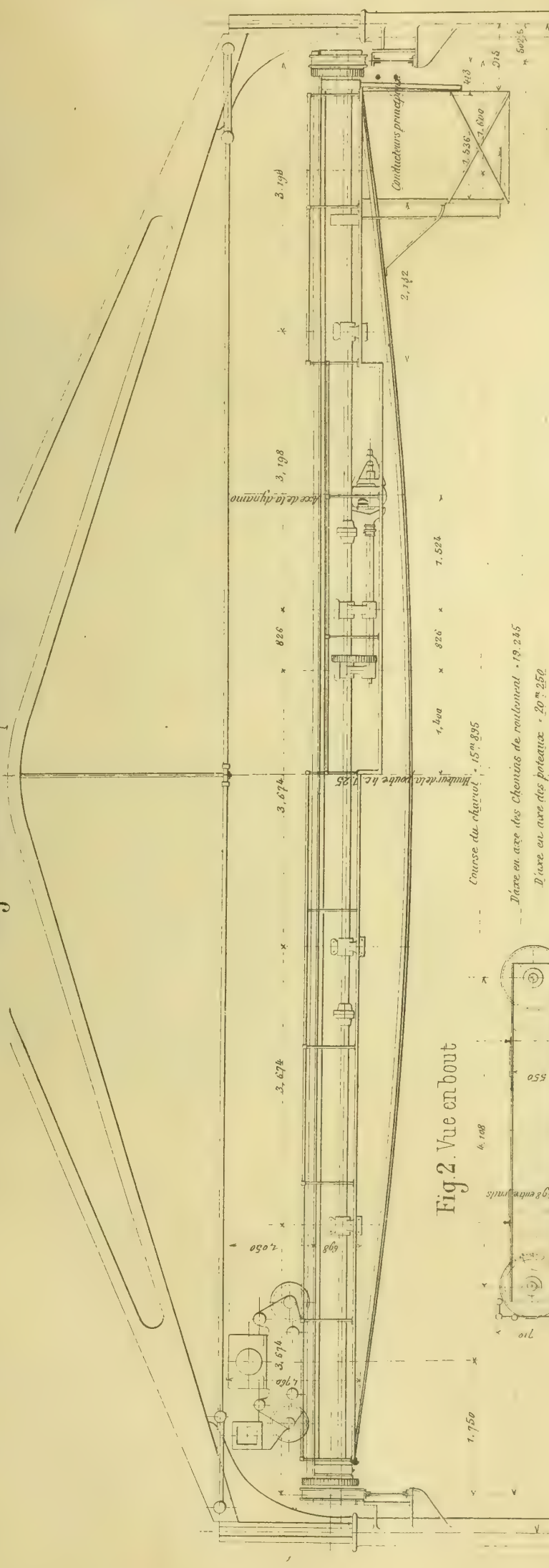


Fig. 2. Vue en bout

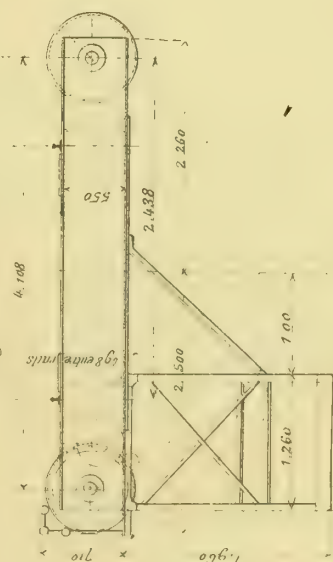


Fig. 4. Plan du chariot

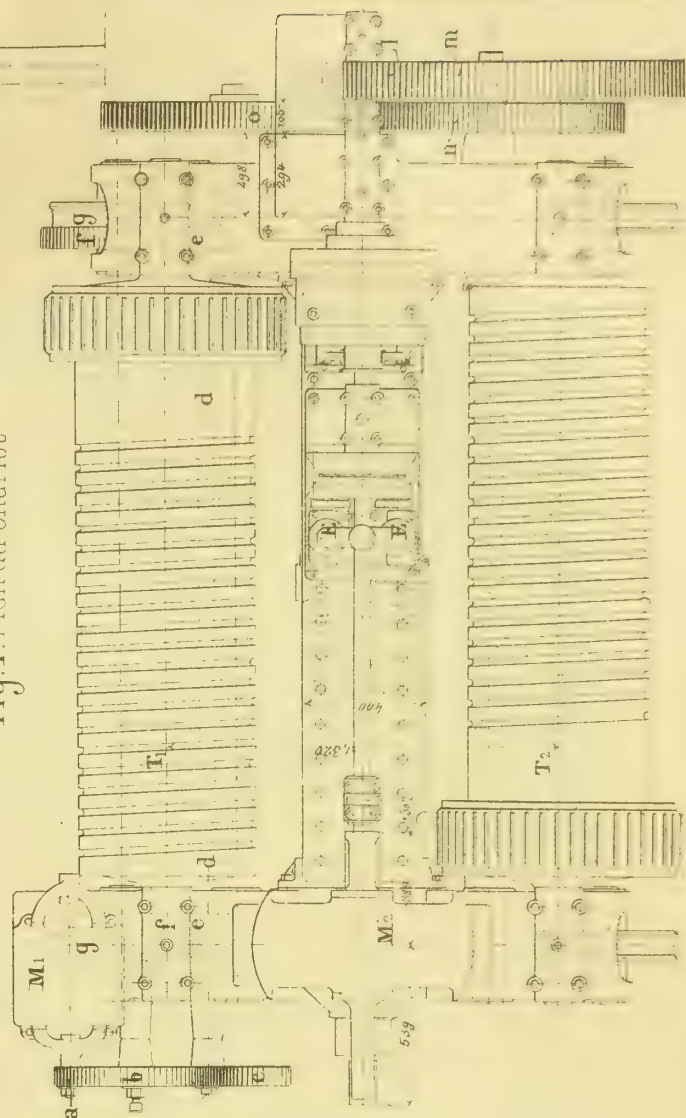
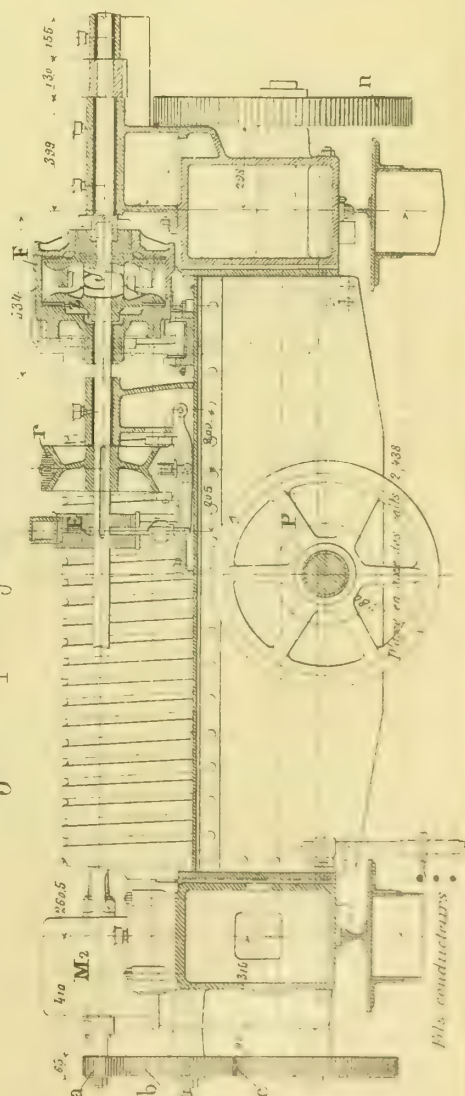


Fig. 3. Coupe longitudinale du chariot



la descente du crochet, et se coincent contre les flasques en arrêtant le mouvement de descente tant que le courant n'est pas envoyé dans le moteur pour vaincre l'adhérence des garnitures fixes et mobiles.

On réalise ainsi, sans emploi de vis tangentes, un treuil non réversible, qui ne risque pas de laisser redescendre la pièce mal à propos.

ATELIERS DE MÉCANIQUE. — Le premier atelier de mécanique M (fig. 1, pl. XXII) se trouve à l'extrémité des trois travées de la forge, et comprend, à partir de la porte qui y donne accès de la forge :

A gauche, les machines-outils pour l'ajustage des mouvements de locomotives où sont usinés les bielles, les mouvements de distribution, les arbres de relevage, etc. ; et le magasin d'outillage P, celui-ci faisant suite au magasin K de la forge ;

Au fond, deux grands compartiments de vestiaires avec lavabos (fig. 7), de création récente, et qui sont une preuve de l'intérêt que porte la direction de la Société aux détails de l'aménagement des ate-

lier et là, et parmi lesquelles nous citerons également une riveuse pneumatique. On se sert aussi de lances à air comprimé pour le nettoyage de certaines pièces, après achèvement de leur usinage.

Grand atelier de mécanique. — Cet atelier principal N (fig. 1, pl. XXII) occupe un bâtiment de 125 mètres sur 35, desservi par quatre ponts roulants, et rempli de machines-outils de toutes sortes et de toutes dimensions, groupées sur les transmissions des moteurs électriques de 20 chevaux, au nombre de huit.

Une section de cet atelier est chargée des cylindres de locomotives,

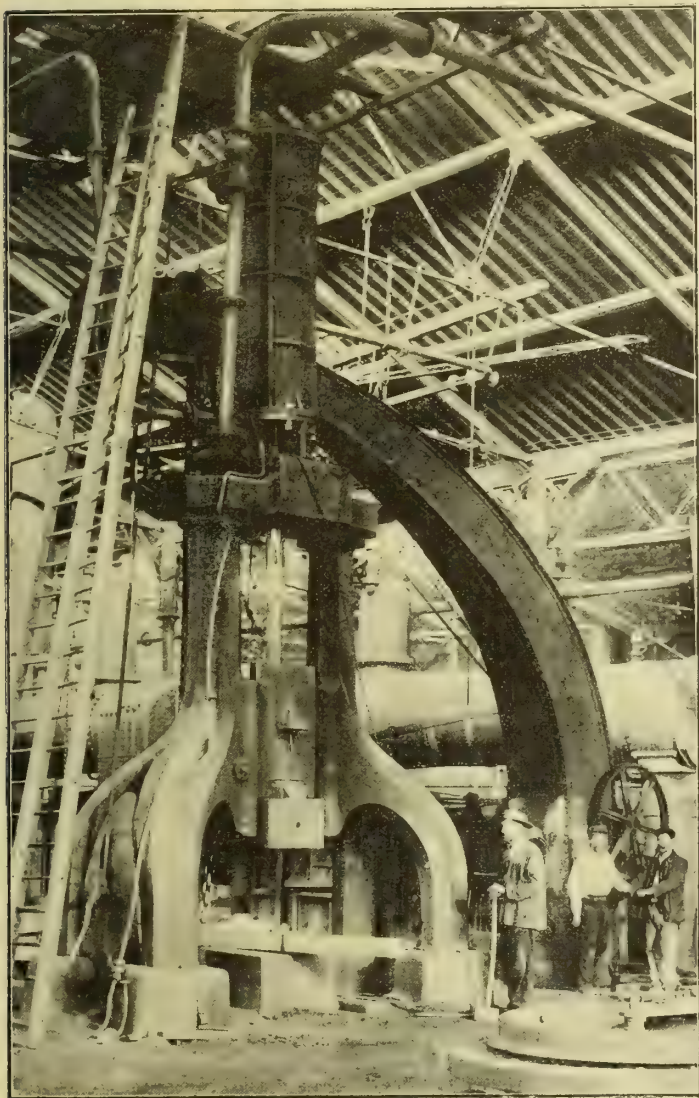


FIG. 6. — Atelier des forges : pilon à matricer, de 2000 kilogrammes.

liers. Il est assez rare qu'on voie, ailleurs que dans les mines où la nature du travail oblige à l'installation de vestiaires et de bains, chaque ouvrier disposer librement d'une armoire grillagée, dont il conserve la clef, en même temps que de lavabos confortables. Les détails mêmes de l'installation (briques émaillées, etc.) sont traités avec un soin particulier ;

Enfin, à droite, l'atelier sert à la réparation des machines de l'usine, des dynamos et moteurs, etc., et on y a installé les deux compresseurs d'air.

Compresseurs d'air. — Ce sont (fig. 5) deux compresseurs compound horizontaux, système Rand, de 40 chevaux, tournant à 150 tours et commandés chacun par un moteur électrique. L'un d'eux marche constamment, l'autre sert de réserve et il est arrêté ou mis en marche automatiquement par un rhéostat que déclenche une soupape sous la pression de l'air du réservoir. Ce rhéostat, assez compliqué, est muni de tous les organes nécessaires à démarrer automatiquement le groupe compresseur.

L'air est emmagasiné à la pression de 7 kilogr. ; il est distribué par une canalisation aux diverses machines-outils que nous avons signalées

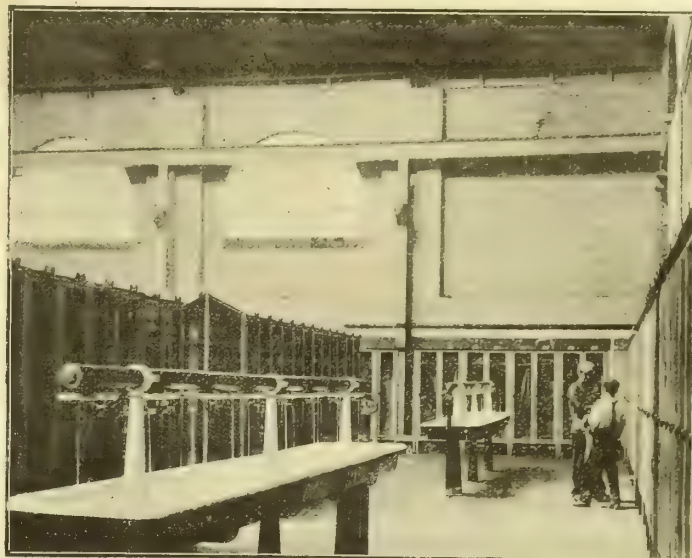


FIG. 7. — Lavabos et vestiaires du personnel.

des glissières et des organes du châssis, guides, coulisseaux, boîtes à graisse, etc. Une autre s'occupe spécialement des appareils montés sur la chaudière : régulateurs, colonnes d'échappement des boîtes à fumée, et aussi des bogies et bissels. Une troisième, qui sert de secours aux précédentes, exécute les pièces de machines à vapeur, moteurs à gaz, appareils de sucrerie, etc.

On profite ainsi, pour la construction des locomotives, des conditions économiques très favorables que procurent de nombreuses fabrications

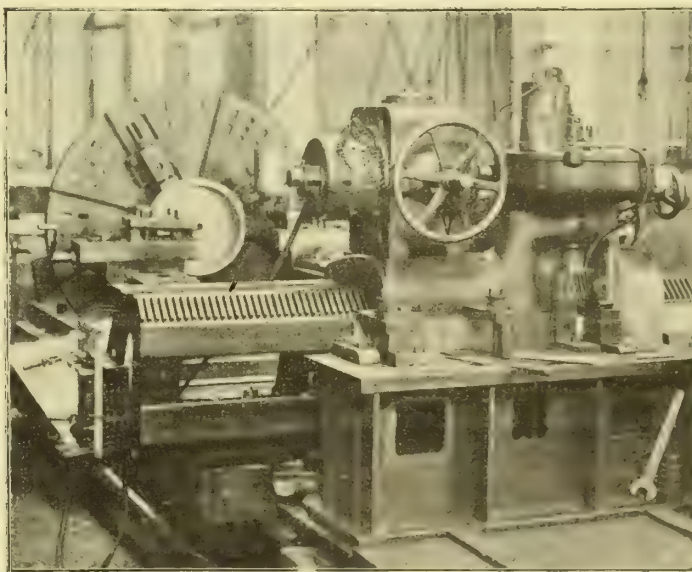


FIG. 8. — Aléseuse à commande électrique montée sur bâti de tour.

accessoires, ne laissant jamais l'outillage inutilisé même dans l'intervalle des commandes importantes de matériel roulant.

Chaque section livre au montage, non des pièces séparées, mais des ensembles terminés : par exemple, les cylindres de locomotives avec leur tiroir, leurs glissières, leurs guides, leur piston muni de sa tige et de sa crosse ; de même pour les bissels et les bogies.

Cet atelier est muni d'outils perfectionnés, dont beaucoup de construction américaine. Contrairement à la plupart des machines des autres ateliers, où le rafraîchissement de la pièce et de l'outil a lieu par l'eau de savon d'un récipient placé sur chaque machine, il existe ici une pompe et une canalisation qui distribue l'eau, puis la reprend pour la ramener au réservoir, à tous les principaux outils. L'ouvrier est ainsi déchargé de ce soin.

On a cherché, dans le choix de l'outillage, à faciliter la production de nombreuses pièces de série interchangeables, sans traçage préalable de chacune d'elles. Nous avons indiqué plus haut comment on vérifiait, avec une grande précision, les dimensions des pièces, de telle sorte qu'elles s'ajustent sans avoir été préalablement présentées, ce qui simplifie beaucoup l'organisation du travail, comme on s'en rend facilement compte.

Comme machines-outils principales, on peut citer :

Une grosse presse hydraulique horizontale, pour emmancher les essieux, les tourillons, les plateaux-manivelles, etc. Elle est desservie par une pompe située tout près de là ;

Une pompe à main pour l'essai des cylindres ;

Une machine, système Reinecker, pour la taille des engrenages droits jusqu'à 1^m 50 de diamètre. La roue à tailler est montée sur un chariot ; son axe est horizontal. Une fraise perpendiculaire au plan de la roue taille directement le profil de la denture ; une vis sans fin la déplace le long de la roue. Quand la vis est à bout de course, la fraise tournant à vide revient rapidement en arrière, un déclenchement se produit, la roue tourne d'un angle correspondant à la largeur d'une dent, et la fraise recommence à tailler la dent suivante. L'usinage de

mèches, qui reviennent tous les jours des autres ateliers. C'est également là que se trouvent les prototypes des calibres à tolérance (dont il existe pour chaque dimension usuelle, de millimètre en millimètre, deux exemplaires, un plein et un creux, pour la vérification des pièces), et qu'on exécute leurs reproductions distribuées aux ouvriers mécaniciens.

Tous les filetages sont exécutés suivant le type international. Des tableaux très détaillés ont été établis ; ils donnent, pour chaque modèle d'outil, toutes ses dimensions, et le mode d'emploi de la machine qui sert à le fabriquer (trains d'engrenages à faire fonctionner, rapports de réduction, etc.).

Les aciers employés par la Société pour la fabrication de ses outils sont, pour la plupart, des aciers au tungstène, parfois trempés au bain de plomb, et qui, dans certains cas, doivent être, en raison de leur fragilité, soudés à une queue en acier doux. Ces outils sont à coupe rapide, suivant les tendances qui se répandent actuellement à la suite de l'exemple donné par l'industrie des États-Unis, et qui ont pour objectif d'accélérer la fabrication, même au prix d'un outillage coûteux.

Cet atelier est pourvu de tout l'outillage nécessaire à la fabrication

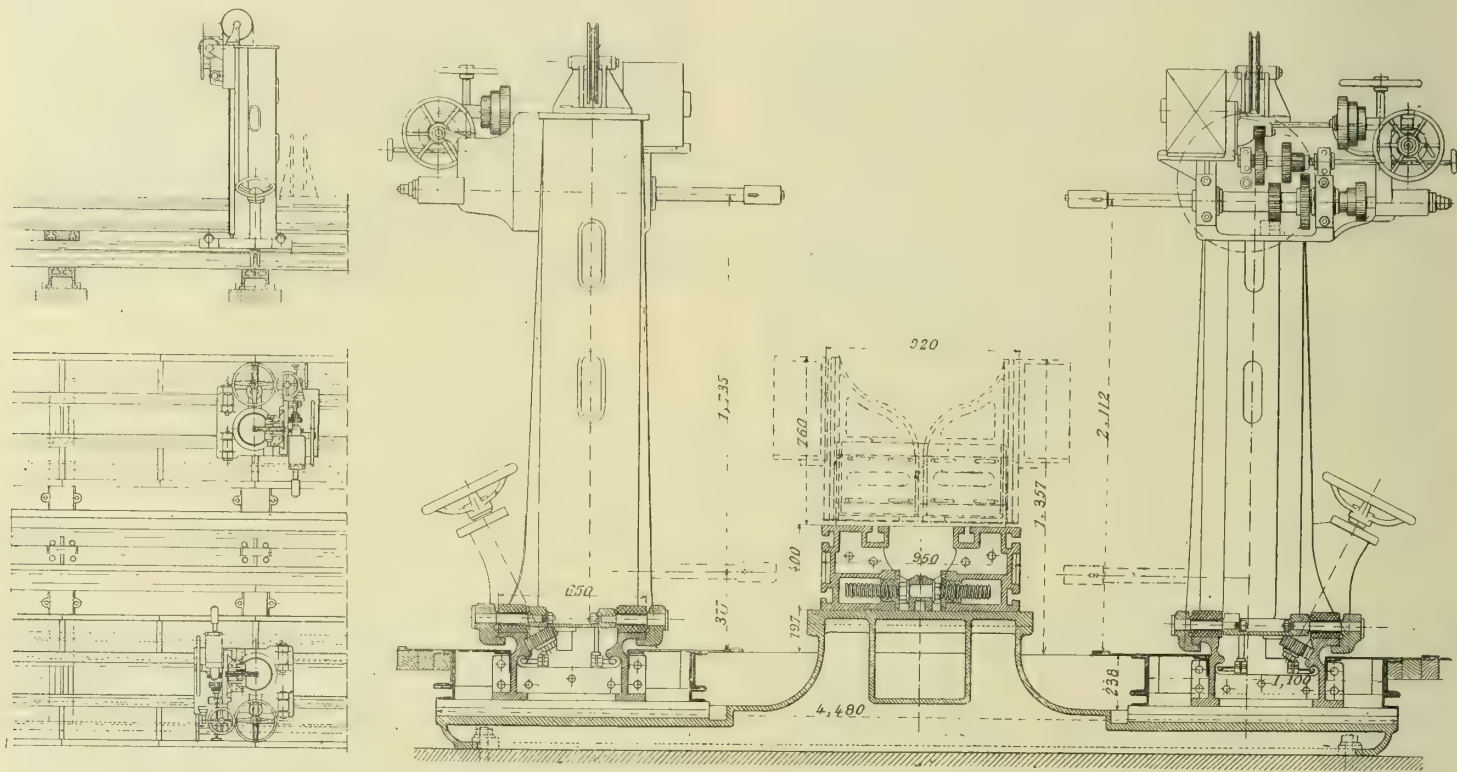


FIG. 9 à 11. — Élévation et plan partiels, et coupe transversale du mannequin de montage.

la roue dentée se fait en deux passes, une de dégrossissage et une de finissage ;

Onze aléseuses diverses ; une douzaine d'étaux limeurs, une vingtaine de perceuses horizontales ou radiales, plus de quarante-cinq fraiseuses verticales ou horizontales ;

Six machines à tarauder, dix mortaiseuses, quatre machines à affûter, une machine à centrer, un tour à rectifier, deux machines à polir doubles ;

Une douzaine de machines à raboter, dont une de grandes dimensions, à trois chariots, et plusieurs à deux chariots ;

Cinq scies à métaux, dont trois circulaires et deux à ruban ;

Une soixantaine de tours de toutes sortes, dont la moitié environ en tours parallèles ;

Trois fours à gaz, dont deux pour fondre l'antifriction et un pour chauffer les pièces à garnir ;

Enfin des marbres, meules, etc.

La Société a établi récemment un type de machine à fraiser mobile (fig. 8), pouvant se monter à la demande du travail sur les bancs des gros tours. Cette machine comprend un chariot sur lequel est montée une dynamo à vitesse variable, par modification de l'entrefer sous l'action du volant V qui déplace légèrement les inducteurs, un porte-fraise, et un dispositif qui commande l'avancement du chariot le long de la crémaillère du banc.

Atelier de l'outillage. — A l'extrémité de gauche du grand atelier de mécanique est l'atelier annexe O (fig. 1, pl. XXII), qui est chargé de l'exécution et de l'entretien du nombreux outillage de l'usine. C'est là que se fabriquent les organes délicats qui exigent une grande précision, et aussi que sont réparés et affûtés les outils, fraises, burins,

et à l'affûtage des fraises de tous profils, notamment de celles dites à profil constant, dont les affûtages ne modifient pas le gabarit de l'attaque.

Ce sont, entre autres : neuf machines à affûter, dont trois pour les outils de tour, quatre pour les fraises, une pour les forets américains et une pour les scies à ruban ;

Des fraiseuses et mortaiseuses ; une douzaine de tours parallèles et revolvers ;

Un tour automatique à faire les tarauds ;

Une machine à rectifier les bagues ;

Trois machines à tailler les engrenages, dont deux pour les engrenages coniques ;

Des fours et chalumeaux à gaz, fours à moufle, bains de plomb, d'eau et d'huile pour la trempe, bains de nitrates de potassium et de sodium mélangés, servant pour le recuit des pièces délicates, d'après les études de MM. Le Chatelier et Marre.

On étudie actuellement, pour la trempe de certains aciers, l'emploi de bains de sels du même genre, stables à des températures élevées.

TRANSMISSIONS D'ÉNERGIE DANS LES ATELIERS. — Les agrandissements considérables des ateliers, décidés et exécutés à une époque où les avantages de la transmission électrique avaient été mis en évidence par l'expérience de très nombreuses installations, ont eu pour effet de décider la Société à remplacer toutes les grandes transmissions mécaniques par un réseau de distribution électrique, à courant continu sous 110 volts, en ne laissant subsister que deux ou trois moteurs à vapeur, de peu d'importance, dans la forge, et en aménageant d'autre part, pour des besoins spéciaux, la distribution d'air comprimé à 7 kilogr., et la distribution d'eau sous pression dont nous avons parlé.

L'énergie électrique est fournie par une station centrale Q ou, pendant les arrêts du service général, par une machine à vapeur type locomobile, installée près du local i (fig. 1, pl. XXII), et une petite dynamo.

A côté de ce groupe de réserve, se trouve une batterie d'accumulateurs, qui assurent l'éclairage des bureaux et, au besoin, alimentent quelques lampes à arc des ateliers.

Station centrale électrique. — La station électrique qui, comme nous l'avons dit, assure presque à elle seule la distribution de l'énergie dans l'usine entière, est située auprès de l'atelier de mécanique.

Elle comprend :

1° Une batterie de six générateurs semi-tubulaires, construits par la Société, et timbrés à 12 kilogr., qui donne un appoint de vapeur à l'atelier des forges, en même temps qu'elle dessert, par l'intermédiaire de surchauffeurs, les groupes électrogènes. Ces générateurs ont 225 mètres carrés de surface de chauffe chacun ; deux d'entre eux ont été munis, en 1902, de surchauffeurs Schwörer, placés sous les bouilleurs, derrière l'autel ;

2° Une cheminée réfrigérante Balke, à ventilation naturelle, pour le refroidissement des eaux de condensation ;

3° Deux pompes alimentaires Worthington, et un épurateur d'eau

d'alimentation, système Dervaux, qui, par une injection de vapeur vive, réchauffe l'eau de l'Escalot en précipitant les sels calcaires, et agit ainsi, en principe, sans addition de produits chimiques ;

4° Une salle de machines, où sont installés deux groupes électrogènes :

Une machine à vapeur compound horizontale, à détente Corliss modifiée, avec condenseur automoteur indépendant, commande directement une dynamo de 375 kilowatts sous 110 volts ;

Une machine monocylindrique Corliss commande par courroie un ensemble de deux dynamos de 125 kilowatts, au même voltage.

L'énergie électrique est distribuée par un réseau ordinaire à deux fils, à environ vingt électromoteurs de 15 kilowatts et trois électromoteurs de 30 kilowatts, ainsi qu'à 150 lampes à arc et diverses lampes à incandescence. Au sujet de ces moteurs, dont nous avons déjà parlé, nous nous bornons à signaler l'emploi de moteurs Couffinhal à vitesse variable, les variations étant obtenues sans rhéostat, par modification de la grandeur de l'entrefer au moyen d'un volant à main. Il existe de ces moteurs sur des tours de l'atelier de mécanique et sur plusieurs grosses machines-outils de l'atelier de montage.

ATELIER DE MONTAGE. — L'atelier de montage, qui occupe un long bâtiment à trois travées, se divise en deux parties : la première, R, constitue un atelier de grosse mécanique pour l'usinage des pièces importantes : bâtis de grands moteurs à vapeur ou à gaz, diffuseurs de sucrerie, etc.

L'extrémité de ce bâtiment contiguë à l'atelier de mécanique est aménagée en passage avec voie ferrée, de sorte que les ponts roulants peuvent charger ou décharger les pièces sur wagons. Des panneaux en tôle ondulée servent à isoler l'atelier du passage quand on ne fait pas de manœuvres de ce genre.

En ce même endroit, au-dessus du passage, sont installés deux ventilateurs Sturtevant de 30 chevaux, qui reçoivent de l'air (chauffé, en hiver par les vapeurs d'échappement) et le refoulent dans des canalisations aériennes de grand diamètre qui parcourent les ateliers de mécanique et de montage. Des conduites maîtresses se détachent des branchements qui suivent les piliers et s'arrêtent à 1 mètre au-dessus du sol.

Parmi les machines-outils importantes de cette section, se trouvent :

Une machine destinée à percer et mortaiser jusqu'à six longerons à la fois : elle comporte trois chariots dont chacun, muni d'un moteur électrique, porte deux outils dont la course est de 0^m20, soit six outils travaillant simultanément le paquet de tôles ;

Deux tours verticaux à plateau, et une grosse mortaiseuse de Niles ;

Une grande machine à raboter à quatre chariots (fig. 12) ;

Un gros tour parallèle et divers tours ; plusieurs alésoirs fixes, etc.

La partie extrême S du même atelier constitue le montage proprement dit. La travée principale est desservie par trois voies ; sur celle du milieu est aménagé un appareil particulier, dit *mannequin de montage*, qui rend de grands services pour le montage par séries des locomotives et tenders.

Ce mannequin (fig. 1, et 9 à 11), dont les figures 9 et 10 ne représentent en élévation et en plan qu'une petite partie, est assez long pour recevoir, à la fois, une locomotive et un tender, et se compose de deux longs bancs en fonte formant marbres, sur lesquels on fixe des gabarits en fonte représentant les boîtes à graisse et les supports des tiges de piston. Les longerons, usinés suivant leur profil définitif, sont également fixés à leur écartement, avec les traverses du châssis.

Deux colonnes mobiles le long de bancs à crémaillère installés au

niveau de la voie, et parallèlement à elle, portent des chariots à moteur électrique au moyen desquels on perce tous les trous d'assemblage nécessaires avec précision et facilité.

Les guides des boîtes sont présentés sur le châssis en montage et terminés ensuite à la demande des dimensions exactes de celui-ci ; puis on les met en place définitivement.

La chaudière est également montée avec beaucoup d'exactitude, de façon à obtenir un parallélisme rigoureux entre les différents axes des pièces mobiles : pistons, bielles, manivelles.

Grâce à ce dispositif, le montage des locomotives d'une série, réglé une fois pour toutes, est rapide en même temps que très précis.

Les deux travées latérales de l'atelier servent aux travaux secondaires (montage des tuyauteries, etc.)

L'atelier tout entier est desservi par un pont roulant de 30 tonnes et un de 20 tonnes, sans compter les moins importants. Des ouvriers accrocheurs spéciaux sont préposés à l'amarrage des pièces, en raison du poids considérable de beaucoup d'entre elles et de la multiplicité des manœuvres.

ATELIERS DE POLISSAGE, PEINTURE ET EXPÉDITIONS. — L'atelier de polissage T (fig. 1, pl. XXII), destiné à la rectification des pièces finies, comporte de nombreuses meules fixes ou mobiles. Chaque outil est pourvu d'un aspirateur mécanique de poussières, indispensable à l'hygiène.

L'atelier de peinture U et celui d'emballage et d'expéditions V, ce dernier pourvu de nombreux petits ponts roulants et de voies ferrées, sont situés dans le même bâtiment.

CITÉ OUVRIÈRE LE CHATELIER. — La Société Française de Constructions Mécaniques a récemment consacré une notable partie de ses terrains encore inoccupés, à la création d'une cité ouvrière, dont le plan comporte deux cent trente-cinq maisons. Quarante-vingt-cinq sont déjà construites et louées, pour un prix très modéré, à autant de familles ouvrières.

Elles sont groupées par deux ou par quatre, et adossées deux à deux. Les communs sont réunis de la même façon dans de petits bâtiments qui relient les groupes de maisons. On obtient ainsi, au prix d'une dépense peut-être un peu supérieure, un aspect général plus agréable que celui de grands bâtiments d'un seul bloc.

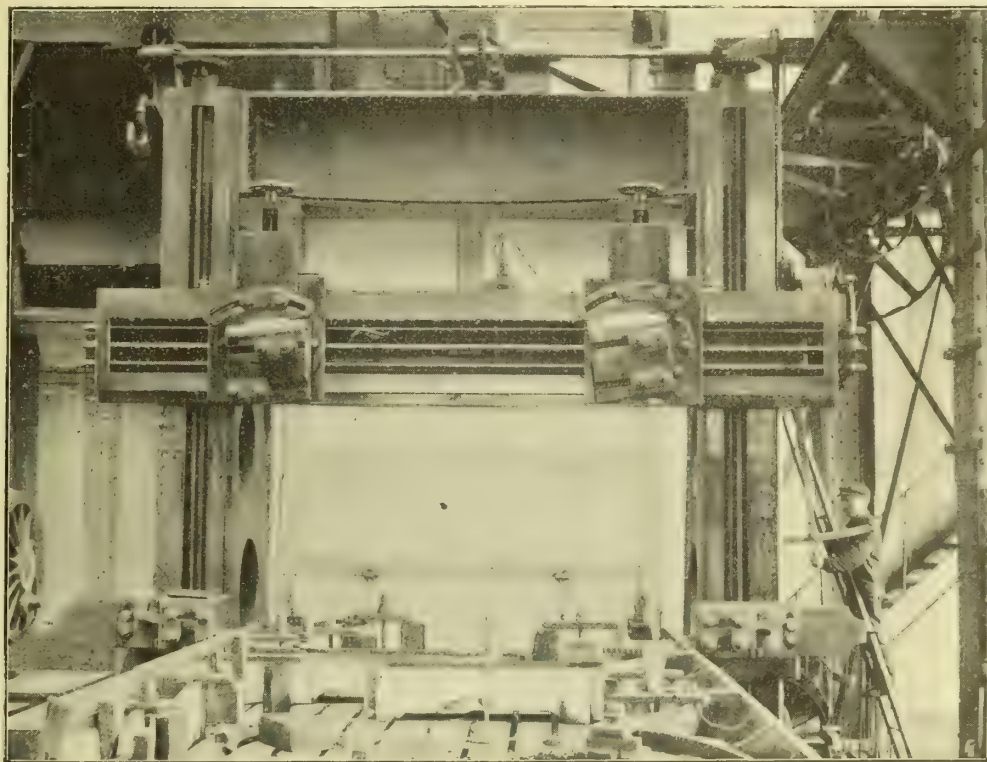


Fig. 12. — Vue de face du gros rabot à quatre chariots, de l'atelier de montage.

Au moment où cette question du type de maisons ouvrières à édifier fait l'objet de nombreuses discussions ⁽¹⁾, nous ne croyons pas sans intérêt de reproduire (fig. 13 et 14) celui que la Société a choisi en connaissance de cause, et qui semble donner satisfaction.

En terminant la description de l'usine de Denain, dont on a pu apprécier, par le sommaire exposé que nous en avons fait, l'importance des moyens de production (la valeur de l'outillage n'atteint pas moins de 5 millions), nous citerons quelques exemples d'appareils et de machines importantes récemment construits ou actuellement en construction dans ces ateliers :

Dix mille tonnes de charpentes pour le Métropolitain de Paris ;

Le pont de la Boucle, sur le Rhône, à Lyon, qui comporte trois travées en arcs surélevés de 90 et 85 mètres de portée ;

Le viaduc des Fades, qui franchit la vallée de la Sioule, en Auvergne, au moyen de poutres droites (trois travées de 144 et 116 mètres de portée s'appuyant sur deux piles en maçonnerie, dont la hauteur exceptionnelle atteint près de 100 mètres ;

Le pont en fonte, en cours de montage, de l'île Saint-Denis, qui franchit les deux bras de la Seine par six travées en arc à articulations multiples (panneaux de tympans articulés sur les arcs et entre eux), d'après un type nouveau ;

Une rampe mobile électrique, installée entre la plage et la ville de Biarritz ⁽²⁾ ;

Quatre portes d'écluses à deux vantaux, de 30 mètres d'ouverture et 13 mètres

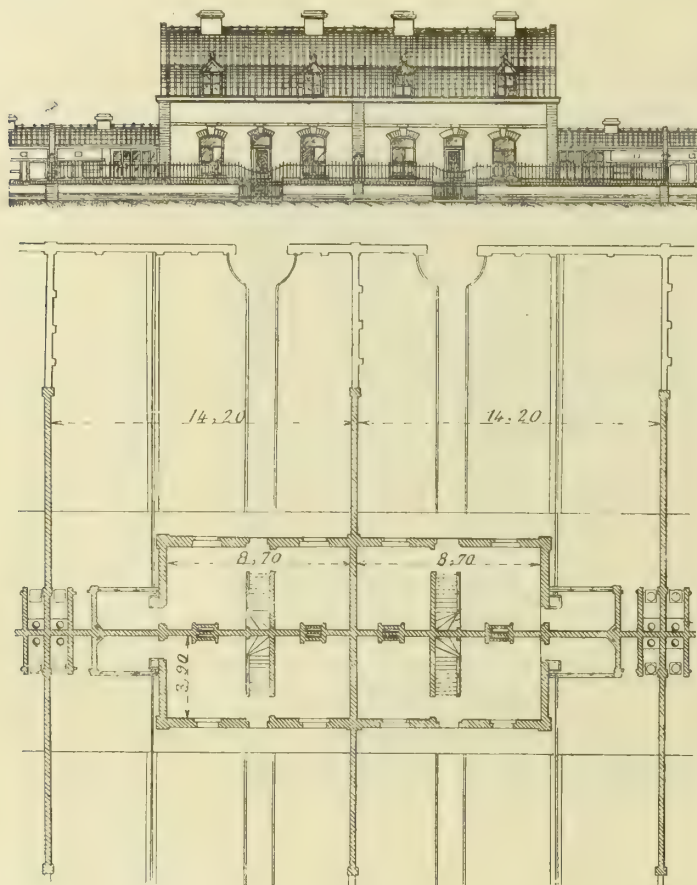


FIG. 13 et 14. — Élévation et plan de quatre maisons ouvrières adossées.

de hauteur, avec cabestans hydrauliques, pompes de compression et leurs moteurs, pont tournant, etc., pour le port de Saint-Nazaire ;

D'importantes installations frigorifiques, et, notamment, le magasin frigorifique militaire de Verdun, dont le *Génie Civil* a donné récemment la description ⁽³⁾ ;

Deux séries de locomotives compound pour la Compagnie des Chemins de fer du Midi : les unes à deux cylindres, les autres à quatre cylindres ; des locomotives compound pour les Chemins de fer de l'État ; d'autres séries de locomotives pour les Chemins de fer chinois (ligne de Pékin à Hankow), pour les Chemins de fer d'Égypte, pour les Chemins de fer d'Anatolie ⁽⁴⁾ ;

Trois moteurs à gaz pauvre, de 1200 chevaux chacun, actionnant des souffleries pour les aciéries de Longwy, du type dont nous donnerons prochainement la description. Un dispositif d'obturateur est intercalé dans les conduites de la soufflerie de façon à conserver un couple constant au moteur malgré les variations de la pression ;

Quatre puissantes diffusions de bagasse pour les sucreries d'Égypte, d'importantes installations de sucreries et de raffineries pour la France, ses colonies, et pour l'étranger.

On voit ainsi combien de fabrications diverses la Société Française de Constructions Mécaniques, s'appuyant sur une expérience déjà longue, mène de front avec succès dans ses usines.

Ch. DANTIN.

MINES

NOUVEAUX APPAREILS RESPIRATOIRES en usage dans les mines.

Nous avons déjà, à deux reprises, exposé dans le *Génie Civil* ⁽¹⁾ l'importante question de l'emploi des appareils respiratoires dans les milieux irrespirables. Ces appareils de secours sont en effet appelés à jouer un rôle capital non seulement dans certains accidents miniers, incendies ou dégagements de gaz délétères et asphyxiants, mais encore dans les incendies ordinaires. Il nous suffira de rappeler la catastrophe récente du Métropolitain : peut-être avec des appareils respiratoires parfaits, aurait-on pu pénétrer à temps dans la station des Couronnes et sauver nombre de personnes. Dans les grands incendies, c'est en général l'impossibilité de traverser des milieux asphyxiants et irrespirables qui empêche les secours d'être efficaces. Nous croyons donc opportun de reprendre cette question et de signaler les progrès importants faits dans cette voie. Nous avons dans notre première étude décrit en détail les deux appareils qui, à notre avis, avaient donné jusqu'alors les meilleurs résultats. Ces appareils, construits en Autriche, étaient le « Pneumatophore » de Walcher-Gaertner, et l'appareil Mayer-Pilar, de la Compagnie Neupert à Vienne. Chacun de ces types a été, depuis, sensiblement modifié et amélioré. Nous nous bornerons ici à signaler les plus importantes de ces modifications.

Dans l'appareil de Walcher et Gaertner, on a mis en application le principe de la double bouteille d'oxygène, au lieu de la grande bouteille employée anciennement. Avec ce dispositif, le sauveteur est toujours assuré d'avoir assez d'oxygène pour revenir sur ses pas, lorsque la première bouteille a été absorbée. On a aussi sensiblement amélioré le dispositif d'absorption de l'acide carbonique exhalé. Ce type perfectionné a pris le nom de « Pneumatophore type Schamrock » du nom de la fosse Schamrock, en Allemagne, dans laquelle, par suite des recherches du directeur de cette exploitation, les perfectionnements que nous venons de citer ont été apportés.

L'appareil respiratoire de Mayer-Pilar a, lui aussi, subi des transformations importantes. On a en effet remarqué que les clapets en caoutchouc, placés dans les deux conduits d'amenée d'oxygène et de retour d'air vicié, adhéraient parfois sur leurs sièges. Il en résultait naturellement une grande gêne dans la respiration du sauveteur et celui-ci devait, pour ne pas être incommodé par le manque d'air, faire des efforts très fatigants qui réduisaient sensiblement le temps d'effet utile de l'appareil. On a donc substitué à ces clapets en caoutchouc, défectueux, des plaques fines en mica, très légères et n'adhérant pas. On a de plus élargi les orifices des clapets, ce qui a beaucoup amélioré le fonctionnement de l'appareil.

De nombreux essais ont été faits avec ces deux appareils : ils ont été employés dans différents cas, entre autres à la fosse Schamrock, puis aux mines de lignite de Gaya, en Moravie, où ils ont rendu d'utiles services. Enfin, ils ont subi d'importantes épreuves de la Commission spéciale instituée à cet effet aux Mines du comte Larisch, à Karvin en Moravie. On a eu des essais de durée d'emploi des appareils de trois quarts d'heure à une heure. On cite même des cas de plus d'une heure et même une heure et demie de durée. Ces deux types sont donc déjà aptes à rendre de précieux services.

Il nous semble toutefois que l'un et l'autre présentent encore de sérieux inconvénients. Dans le Pneumatophore, la respiration se fait librement sans clapets ni soupapes, ce qui est très important ; nous croyons cependant que l'appareil, placé en grande partie sur la poitrine de l'homme, est une gêne pour lui. Enfin, la pipette d'aspiration est, à notre avis, une disposition imparfaite, car elle entraîne forcément une insalivation gênante, et empêche la parole, ce qui dans le cas d'équipe de secours minière peut avoir une très grande importance.

Dans l'appareil Neupert nous signalerons les clapets qui forcément doivent rendre la respiration pénible et auxquels il serait sans doute préférable de renoncer. Il y a encore un autre point défectueux, c'est le casque couvrant toute la tête, qui doit laisser au sauveteur, au bout d'un temps relativement court, une sensation très désagréable de chaleur. Il ne faut en effet pas perdre de vue que l'air vicié passant sur la potasse abandonne son acide carbonique avec dégagement de chaleur. L'intérieur de l'appareil tend donc à s'échauffer de plus en plus, et la tête du sauveteur, par suite de la fermeture hermétique du casque, étant placée dans un véritable bain d'air chaud, il en résultera une transpiration abondante et gênante qui ne permettra pas un emploi prolongé de l'appareil.

On a cherché de divers côtés à remédier à ces inconvénients. Nous serions entraîné trop loin, si nous voulions citer tous les nouveaux appareils imaginés, aussi nous bornerons-nous à dire quelques mots sur les quatre d'entre eux qui nous semblent les plus intéressants, soit

(1) Voir le *Génie Civil*, t. XLV, n° 46, p. 260.

(2) Voir le *Génie Civil*, t. XLV, n° 46, p. 261 ; t. XLV, n° 47, p. 262 ; t. XLV, n° 48, p. 263.

(3) Voir le *Génie Civil*, t. XXXIII, n° 22, p. 359, et t. XXXV, n° 25, p. 409.

par les principes différents qu'ils mettent en application, soit par les perfectionnements qu'ils présentent. Ces appareils sont ceux du commandant Giersberg, de Berlin; de MM. Desgrez et Balthazard; de l'Ingénieur Wanz, de Vienne, et enfin l'appareil du docteur Guglielminetti, étudié par la maison Draeger, de Lübeck, et actuellement construit en France par la Société l'« Oxhydrique française ».

Appareil Giersberg. — Les figures 1 et 2 représentent, d'après l'*Oesterreichische Zeitschrift für Berg und Hüttenwesen*, le schéma de l'appareil Giersberg. Ce n'est plus une calotte imperméable, couvrant toute la tête comme dans l'appareil Neupert, mais un simple masque s'adaptant au visage, et retenu par une courroie à l'arrière de la tête. Le masque est muni, à sa partie inférieure, d'un petit sac à air facilitant la respiration. Ce sac est relié à l'appareil proprement dit par deux tuyaux *a* et *c* (fig. 2) : le premier *a*, amenant l'oxygène pur qui provient des bouteilles *S* placées sur le dos, l'autre *c* renvoyant l'air vicié, saturé d'acide carbonique, au produit absorbant, ici la potasse caustique.

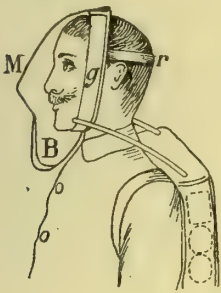


FIG. 1. — Disposition de l'appareil Giersberg.

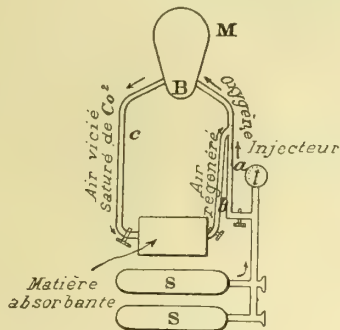


FIG. 2. — Schéma de l'appareil Giersberg.

L'arrivée de l'oxygène est réglée par une valve d'ouverture, et la conduite est munie d'un petit manomètre indiquant la pression de l'oxygène et, par suite, la quantité de gaz restant dans la bouteille. L'oxygène passe ensuite par le tuyau *a* et, avant d'arriver dans le sac à air, passe devant le tuyau *b* d'amenée de l'air régénéré et entraîne celui-ci dans son mouvement.

Il faut signaler, entre autres perfectionnements dans cet appareil, le régénérateur d'air que nous reproduisons figure 3. Il se compose de deux boîtes métalliques *A* et *B*, reliées par leur partie inférieure, et qui contiennent la matière absorbante sous forme de petits bâtons maintenus espacés les uns des autres par des cloisons perforées et reposant sur deux plaques métalliques perforées également pour laisser libre passage à l'air. Au-dessous des deux boîtes, en *C*, et dans les petites boîtes perforées *m* et *n*, on place de la kieselguhr, qui a pour effet d'absorber les dernières traces d'humidité. Avec ce dispositif l'air circule librement et la matière régénératrice présente une grande surface d'absorption.

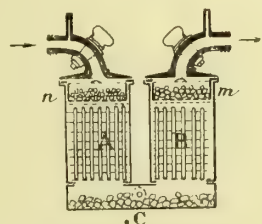


FIG. 3. — Régénérateur de l'appareil Giersberg.

Comme dans l'appareil Mayer-Pilar, la charge, dans le Giersberg, est concentrée sur le dos, mais l'appareil n'a pas l'inconvénient du casque hermétique, ni celui des clapets. Comme le Pneumatophore, le Giersberg fonctionne librement, mais il n'y a ici ni charge sur la poitrine, ni pipette incommode. Enfin la marche de l'appareil est absolument automatique et se fait sans que le sauveteur ait à s'en inquiéter.

Appareil Desgrez et Balthazard. — Cet appareil mérite une mention toute spéciale, par suite du principe nouveau qu'il met en application et qui est la production d'oxygène et la régénération de l'air dans une seule et même opération. Nous donnons, dans les figures 4 et 5, la vue d'ensemble et le détail du mécanisme de l'appareil qui a du reste été décrit dans les comptes rendus de la *Société de l'Industrie minière*.

Le principe de l'appareil consiste à décomposer le bioxyde de sodium par l'eau, ce qui produit de la soude avec un dégagement d'oxygène; en même temps l'acide carbonique est absorbé par la soude produite. L'appareil complet comprend un casque *B* et une veste de scaphandre *E*, avec des tubes pour l'aspiration d'air pur et le retour de l'air vicié, et l'appareil régénérateur proprement dit *A*. Celui-ci (fig. 5) se compose de trois parties essentielles :

1° Un distributeur *D*, destiné à produire régulièrement la chute du bioxyde de sodium dans l'eau. Ce distributeur est constitué par des tablettes horizontales superposées et placées dans une boîte métallique hermétique; ces tablettes sont commandées par une crémaillère se déplaçant verticalement, grâce à un mouvement d'horlogerie. Par son

mouvement, la crémaillère déclenche les tablettes chargées de bioxyde, à intervalles de temps égaux. En pivotant autour de leurs axes, elles laissent tomber le bioxyde dans l'eau;

2° Le réservoir d'eau *F*, formant régénérateur, dans lequel tombe le bioxyde;

3° Un petit ventilateur, mis en mouvement par le mécanisme d'horlogerie, qui assure une circulation régulière de l'air dans l'appareil.

Par sa régénération, l'air se trouve échauffé; on le refroidit en le faisant passer dans un réfrigérant à chlorure de méthyle *G*. La boîte qui renferme toutes les pièces du mécanisme (fig. 5) est en aluminium; elle est fermée à l'arrière par un couvercle hermétique à joint en caoutchouc et à vis de serrage. Comme il est nécessaire, pour qu'un appareil de secours soit réellement efficace, qu'il soit toujours prêt à fonctionner, le réservoir *F* est maintenu constamment rempli d'eau et la boîte *D* est toujours munie de sa charge de bioxyde. Afin d'éviter tout risque d'altération de ce dernier, la boîte *D* peut être isolée du réservoir d'eau *F* par une plaque mobile à charnière qui ferme l'orifice de



FIG. 4 et 5. — Appareil Desgrez et Balthazard.

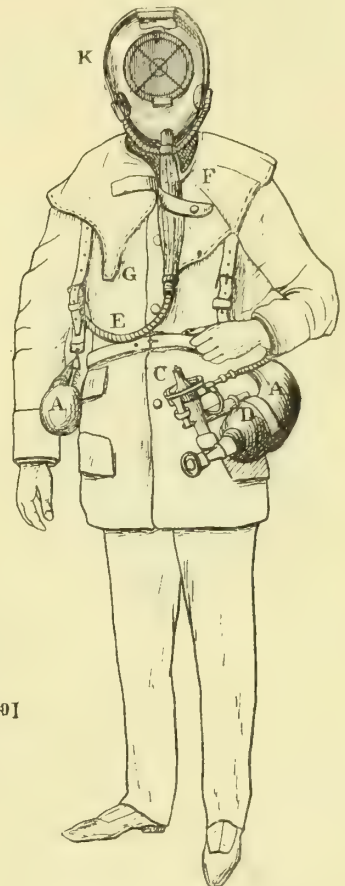


FIG. 6. — Appareil Wanz.

A, arrivée de l'air vicié; — *B*, sortie de l'air régénéré; — *C*, mouvement d'horlogerie; — *D*, réservoir et distributeur de bioxyde de sodium; — *E*, crémaillère de déclenchement des tablettes du distributeur; — *F*, réservoir d'eau, formant le régénérateur; — *H*, robinet de mise en marche du réfrigérant; — *I*, vis de commande du mouvement d'horlogerie et de mise en marche de l'appareil.

communication. Pour n'avoir pas à ouvrir la boîte lors de la mise en marche, on a disposé l'appareil avec une vis extérieure qui commande le mouvement d'horlogerie et en même temps ouvre l'orifice de communication entre *D* et *F*. Un robinet extérieur *H* met en marche le réfrigérant. L'appareil complet pèse 12 kilogr. et a permis un séjour de trois quarts d'heure dans des milieux irrespirables.

Appareil Wanz. — L'appareil de M. l'Ingénieur Wanz, de Vienne, est basé sur un tout autre principe. M. Wanz, Ingénieur de la maison Neupert, a étudié longuement les appareils respiratoires et il est arrivé à cette conclusion : que la partie dont le fonctionnement est le plus délicat est le régénérateur d'air. La régénération, en effet, entraîne toujours un échauffement sensible de l'air et une gêne considérable de la respiration. M. Wanz a supprimé totalement le régénérateur. Cette suppression entraîne naturellement l'emploi d'une réserve beaucoup plus grande d'oxygène ou d'air comprimé. L'appareil (fig. 6) est formé de la grande bouteille d'oxygène à la pression de 120 atmosphères. Le réservoir est muni du détendeur et de la valve de réglage du débit de la maison Draeger que nous décrirons plus loin. Pour ne pas incommoder le sauveteur, le réservoir d'oxygène *A* est courbe et s'adapte bien au corps; il entoure les reins et est maintenu solidement par une ceinture et de solides bretelles. Le détendeur de gaz est réglé pour donner un débit de 10 litres par minute et l'oxygène est amené à la bouche

par un tuyau E placé sur le dos. L'air vicié est rejeté dans une poche percée de trous qui laissent passer le gaz dans un sac à air F, disposé autour du cou. Dès que la pression augmente un peu dans le sac, l'air vicié s'écoule de lui-même au dehors par la conduite de sortie G. Comme le montre la figure, l'appareil est complété par un masque K analogue au masque de l'appareil Neupert ordinaire.

M. J. Mayer, conseiller impérial des Mines en Autriche, qui s'est occupé depuis de longues années de la question des appareils respiratoires et à qui l'on doit du reste le premier appareil Neupert, étudié en collaboration avec M. l'Ingénieur Vilar, a fait faire de nombreux essais avec le nouvel appareil Wanz dans des milieux irrespirables. La durée du séjour dans ces milieux a facilement atteint une heure sans aucune incommodation.

On voit donc qu'avec ce type on arrive aussi à des résultats méritant d'être signalés. A ce sujet, nous croyons devoir dire ici quelques mots d'une étude de M. Mayer sur les appareils respiratoires, dans laquelle l'éminent Ingénieur autrichien passe en revue les appareils les plus récents. Il est partisan du détendeur d'oxygène, réglant la quantité de gaz distribué des appareils portés sur le dos, et conseille l'emploi de deux bouteilles d'oxygène, l'une, plus petite, devant toujours être réservée pour le retour. M. Mayer, dans son étude, décrit

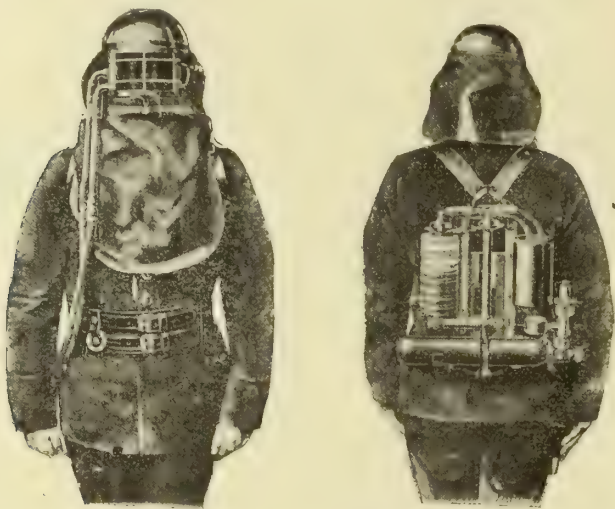


FIG. 7 et 8. — Vues de face et de dos d'un homme muni de l'appareil Guglielminetti.

aussi les postes de secours souterrains qu'il a fait établir aux Mines des Chemins de fer autrichiens Kaiser Ferdinands Nordbahn. Nous n'entrerons pas ici dans la description de ce genre d'installations qui ont déjà fait l'objet d'une autre étude (1), mais nous tenons à signaler la création des corps de sauveteurs institués dans diverses mines autrichiennes. Ces sauveteurs, hommes d'élite entraînés, forment un corps spécial attaché à chaque siège d'extraction; leur nombre varie de cinq à vingt par groupe, suivant l'importance du siège. Ils sont exercés à tous les travaux de sauvetage, et habitués à se servir des appareils respiratoires, dans leurs travaux les plus divers. On arrive ainsi à un double résultat: habituer les hommes à l'emploi des appareils, donner la confiance indispensable au succès d'un sauvetage. Les résultats obtenus sont absolument remarquables. M. Mayer cite nombre d'essais dans lesquels des appareils ont pu être utilisés pendant une heure et demie et même deux heures.

Appareil Guglielminetti-Draeger. — Nous arrivons maintenant au type le plus récent, l'appareil Guglielminetti-Draeger, qui nous paraît actuellement le meilleur, bien que lui aussi soit encore susceptible d'être amélioré. L'appareil Guglielminetti-Draeger est en somme un appareil Giersberg perfectionné comme le montrent les vues de face et arrière (fig. 7 et 8) et le schéma (fig. 10). Le docteur Guglielminetti était parfaitement à même de connaître les qualités d'un appareil respiratoire. Il avait, en effet, accompagné M. Janssen dans sa célèbre ascension du Mont-Blanc et avait étudié, au sommet, durant quinze jours, l'influence de la raréfaction de l'air sur l'organisme humain.

L'appareil Guglielminetti se compose, comme le Giersberg, d'un masque spécial emboîtant la figure sans couvrir la tête. On construit aussi l'appareil avec pipette, mais nous persistons à croire que l'appareil vraiment pratique est celui à masque. Le masque, ici encore, est retenu par une courroie passant derrière la tête. Il est absolument étanche et suit toutes les sinuosités du visage, grâce à une garniture pneumatique dont le gonflement se fait par un petit tuyau à valve. L'avant du masque, comme le montre la figure 9, est à charnière avec garniture étanche. Cette disposition permet donc de tenir le masque ouvert jusqu'au moment où la fermeture devient nécessaire.

Les deux tuyaux d'arrivée et de départ de l'air, B₂ et B₃, sont à garniture métallique et à assemblages distincts avec fermeture hermétique; l'un est à bout mâle, l'autre à bout femelle, ce qui présente le sérieux avantage de rendre impossible une erreur dans leur assemblage.

Le masque se termine à sa partie inférieure par le sac à air S, qui porte intérieurement une petite tige avec éponge, permettant le nettoyage des verres du masque lorsqu'il se forme de la buée à l'intérieur. Ce masque est actuellement en usage au corps des sapeurs-pompiers de Paris et paraît devoir donner entière satisfaction.

Le schéma d'ensemble (fig. 10) permet de comprendre le fonctionnement de l'appareil, qui comporte, outre le masque respiratoire (ou la pipette), des tuyaux pour l'arrivée de l'oxygène et le départ de l'air vicié, la cartouche à potasse régénératrice de l'air saturé d'acide carbonique, un réfrigérant, enfin la bouteille d'oxygène avec ses accessoires (valve de réglage, manomètre, trompe d'aspiration, détendeur, etc.). Il faut régler une fois pour toutes la quantité d'oxygène pur à donner au sauveteur, sans que celui-ci ait à s'en occuper. On ouvre donc la valve du détendeur d'une quantité déterminée; le manomètre placé sur le tuyau indique la pression du gaz dans la bouteille et, par suite, la réserve d'oxygène que possède encore l'appareil.

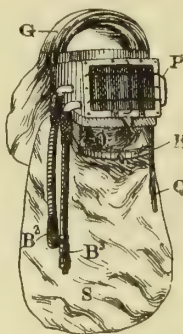


FIG. 9. Masque, vu de face.

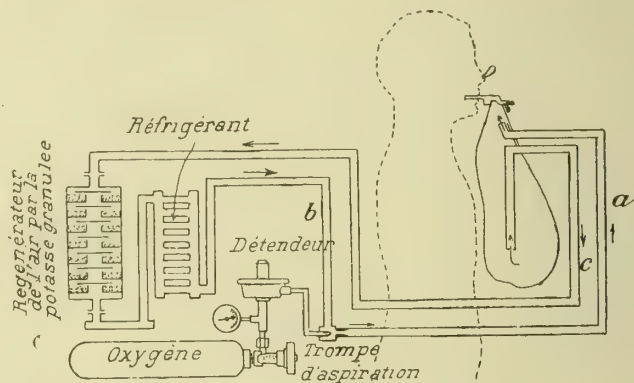


FIG. 10. — Schéma de l'appareil Guglielminetti.

Le détendeur-régulateur de débit de l'oxygène, ainsi que la valve hermétique de fermeture de la bouteille, dont la coupe est donnée figure 11, sont les particularités marquantes du nouvel appareil.

La valve de fermeture N placée sur la bouteille F se compose d'une armature en acier vissée sur le corps de la bouteille; cette armature est percée de l'orifice *z* de sortie du gaz qui aboutit dans une petite chambre, à l'intérieur d'un siège circulaire *k* sur lequel vient reposer une plaque en caoutchouc durci *L*, serrée contre le siège par une petite vis. Le serrage de la vis se fait à l'aide de la manivelle *E* qui, par l'intermédiaire d'une rainure et d'une clavette en acier, agit sur la vis intérieure. Lorsque la bouteille est hermétiquement close, ce dispositif permet d'enlever complètement la manivelle *E* et le chapeau de la vis supérieure.

L'oxygène, sortant par le petit tuyau *v*, arrive dans la chambre *q* puis en *x* et de là, par le conduit *a*, pénètre dans la chambre du détendeur *V*. Cette chambre est fermée par la plaque de caoutchouc *b*, disposée à l'extrémité du petit bras *c* d'un double levier *T* dont l'extrémité du grand bras est commandée par un ressort à boudin *d* qui, tend à tenir le détendeur fermé et à appliquer la plaque *b* contre l'orifice *a*. De l'autre côté du double levier *T*, se trouve un deuxième levier commandé par le cran de butée *e*; ce levier a une extrémité sphérique et peut pivoter autour du point *f*. A son autre extrémité ce levier s'appuie sur une membrane en caoutchouc *g*. Si l'on vient à exercer une pression sur la membrane *g*, le levier *o* agit sur le levier *T* et le détendeur laisse entrer l'oxygène. La pression sur la membrane *g* est obtenue par un ressort en spirale *i*, fixé à la plaque métallique *k*; le serrage se fait par une vis *h*. Cette vis, une fois réglée pour un débit voulu, est mise complètement à l'abri, par un chapeau à vis qui la recouvre. Enfin l'oxygène ayant passé par le détendeur pénètre dans l'appareil respiratoire par le tuyau *l*.

Il y a lieu de signaler que la chambre du détendeur est percée de quatre orifices *m* qui permettent au gaz de passer dans la deuxième chambre *S* et de là dans l'atmosphère. La chambre *S* sert, en quelque sorte, de soupape de sûreté; on a en effet disposé ici une deuxième plaque en caoutchouc *n*, reposant sur un siège *o* et un troisième ressort à boudin *p* serré par un écrou *r*, percé en son centre. La pression dans la chambre *V* devient-elle trop considérable, la plaque de caoutchouc *n* est repoussée et le gaz s'échappe dans l'atmosphère.

(1) Voir le Génie Civil, t. XLII, n° 36, p. 1310.

Il faut avoir soin avec cet appareil de veiller que, par suite d'arrivée de poussières, le petit orifice *a* ne vienne pas s'obstruer; ceci pourrait en effet avoir les plus graves conséquences. Pour parer à cet inconvénient, la maison Draeger a muni la vis régulatrice du débit d'un levier qui permet de porter instantanément le débit du simple au double de sa valeur, la pression augmentant donc subitement, la conduite se purge d'elle-même. M. Mayer, qui a mis en application le détendeur Draeger-Guglielminetti dans ses appareils autrichiens, recommande encore une autre solution qui consiste à placer près du détendeur un simple tuyau de secours muni d'une valve de fermeture. Si l'on suppose la vis *h* réglée pour une certaine pression du ressort *i* sur

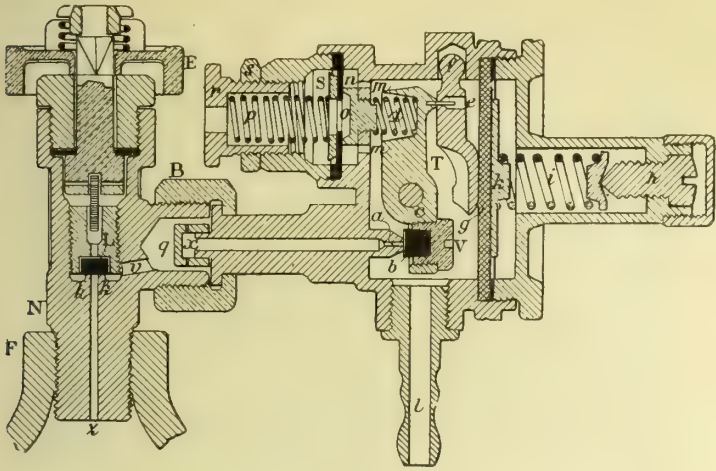


FIG. 11. — Valve hermétique et détendeur de gaz de l'appareil Guglielminetti-Draeger.

la membrane *g*, celle-ci agit alors sur le premier levier qui, agissant sur le deuxième, laisse entrer l'oxygène; la pression intérieure du gaz augmente et tend de nouveau à repousser la membrane *g*. Il se produit donc ainsi une sorte de débit intermittent. Ce débit est naturellement absolument réglable et dépend de la pression initiale du ressort *i* sur lequel on agit suivant les besoins.

L'oxygène, en sortant du détendeur, passe par une trompe et aspire l'air régénéré arrivant par le tuyau *b* (fig. 10). Le tuyau *a* amène le mélange d'air pur et d'oxygène à la bouche du sauveteur. L'air expiré, saturé d'acide carbonique, parcourt le tuyau *c* et arrive sur la cartouche de potasse où il abandonne son acide carbonique, opération qui se fait avec production de chaleur. Aussi, pour diminuer la température de l'air régénéré, le fait-on passer par un réfrigérant à grande surface avant de l'envoyer dans le tuyau *b*. Comme l'indique la figure 8, tout l'appareil se porte sur le dos, ce qui laisse au sauveteur la liberté des mouvements. Il n'y a généralement qu'une seule cartouche absorbante et un seul réservoir d'oxygène; toutefois l'adjonction d'une deuxième cartouche à potasse et d'un deuxième réservoir d'oxygène peut se faire sans difficulté.

Un des perfectionnements les plus importants du nouvel appareil est le remplacement, par une cartouche de potasse absorbante, de la solution alcaline liquide du Pneumatophore, ou de la potasse en bâtonnets du Mayer-Pilar. Ici, la potasse granulée à grande surface absorbante, comme l'indique la figure 12, est placée sur de petits gril-lages avec une matière absorbant l'humidité comme coussin. L'air ne peut plus seulement passer sur l'alcali, mais il est obligé, par la disposition ingénieuse des chicanes, de traverser complètement la potasse. Il y a donc régénération complète de l'air et absorption parfaite et entière de l'acide carbonique, ce qui est essentiel.

Pour être certain de la bonne confection des cartouches et de la qualité de la potasse employée, on prépare les cartouches à l'avance et celles-ci, hermétiquement closes pour conserver à la potasse caustique toute son action absorbante, ne sont ouvertes à leurs extrémités que lors de leur mise en place dans l'appareil.

Pour l'emploi par les sapeurs-pompiers, qui doivent être habitués par de nombreux essais, au nouvel appareil, il était fâcheux d'avoir à employer une nouvelle cartouche à chaque expérience. Le capitaine Gilbert, du corps des sapeurs-pompiers de Paris, a donc perfectionné la cartouche à potasse. Dans le modèle qu'il a créé, la cartouche cylindrique, inutilisable après une seule mise en service, est remplacée par une cartouche prismatique à base carrée, s'ouvrant sur un de ses grands côtés avec une charnière. La fermeture hermétique est obtenue par un joint en caoutchouc et des vis de serrage passant par des œillards mobiles, serrés par des écrous à oreilles. Avec ce système,

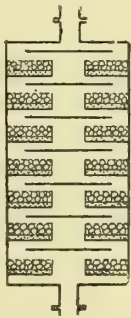


FIG. 12. — Cartouche à potasse.

la cartouche, après avoir servi, est ouverte, vidée, et son contenu remplacé par de la potasse caustique granulée fraîche. Comme absorbant de l'humidité, on se sert ici de gros papier buvard qui a donné d'excellents résultats.

La trompe est très utile pour réaliser une circulation régulière de l'air dans l'appareil et, par suite, faciliter la respiration du sauveteur.

L'appareil, en marche normale, est réglé pour donner 2 litres d'oxygène pur par minute, ce qui suffit largement avec l'emploi de l'air régénéré. Celui-ci, en effet, est encore riche en oxygène, car le sang ne fixe qu'une minime partie de l'oxygène aspiré (4 % environ).

De récentes expériences faites au corps des sapeurs-pompiers de Paris, sous la surveillance de MM. le commandant Cherrier, le major Cordier et le capitaine Gilbert, semblent prouver la valeur pratique du nouvel appareil. Ce n'est qu'après une demi-heure d'emploi que l'air aspiré s'échauffe à 35 ou 38 degrés, mais le sauveteur, après ce laps de temps, ne ressent aucun malaise et continue à respirer librement.

Il nous paraît certain qu'avec une double réserve d'oxygène et une double cartouche absorbante, la durée d'emploi pourra être facilement portée à une heure et plus, ce qui serait très précieux dans les cas d'accidents miniers.

Nous avons d'ailleurs assisté, à la caserne Jean-Jacques-Rousseau, à une expérience consistant à descendre dans une cave où l'on avait allumé un feu de paille humide. Le dégagement de fumée était intense et il aurait été impossible de se maintenir trois à quatre minutes dans ce milieu irrespirable. Un sapeur muni de l'appareil étant descendu, on referma la trappe de l'escalier, et l'homme resta au milieu des gaz et de la fumée pendant 35 minutes environ. En sortant, il ne se sentait nullement incommodé et respirait très librement, ce qu'il nous certifia lui-même.

L'élévation de température de l'air circulant dans l'appareil était considérable, et la cartouche absorbante était à ce point brûlante qu'il était difficile de la toucher. Cet échauffement, nous l'avons dit, est dû à la réaction chimique qui se produit dans l'absorption de l'acide carbonique par la potasse; il est commun à tous les appareils respiratoires et a été déjà sensiblement réduit par l'adjonction du refroidisseur à surface. Nous croyons qu'il sera possible d'améliorer encore l'appareil actuel, soit en modifiant et en perfectionnant le réfrigérant et en le rendant plus efficace par un liquide réfrigérant, soit même en cherchant à placer la cartouche absorbante elle-même dans un milieu refroidisseur.

On pourrait peut-être aussi observer que l'appareil distribue la même quantité d'oxygène pendant le même temps, tandis que les efforts faits par le sauveteur sont très variables. On sait en effet que plus on a d'efforts à faire, plus la respiration devient active; il s'ensuit que la quantité d'oxygène consommée n'est pas constante. Mais cette objection ne saurait avoir beaucoup d'importance.

Le docteur Guglielminetti vient d'ailleurs de réaliser, à l'occasion du récent Congrès de sauvetage et de secours publics, un nouveau type d'appareil, qui présente l'avantage de pouvoir donner au sauveteur 50 litres d'air par minute, soit 3 mètres cubes par heure.

Ce perfectionnement a nécessité l'accroissement de diamètre des tuyaux et l'on a été également amené à employer deux cartouches absorbantes au lieu d'une. Enfin, pour empêcher le mélange d'air expiré et de l'air à inspirer dans le sac inférieur du masque (fig. 9), on a divisé ce sac en deux parties entièrement distinctes, l'une pour l'air pur, l'autre pour l'air expiré.

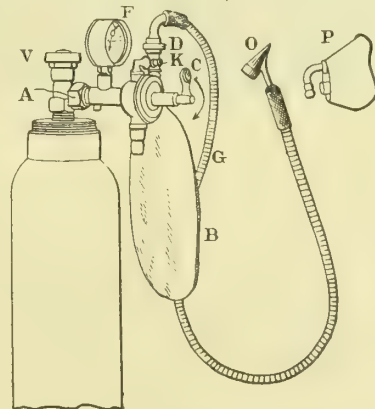


FIG. 13. — Appareil de secours pour asphyxiés.

distribuer l'oxygène à l'asphyxié. Les travaux du docteur Brouardel ont suffisamment démontré de quelle importance peut être la distribution d'oxygène pour une victime de l'intoxication par l'oxyde de carbone. Le docteur Gréhan a, d'autre part, insisté sur la nécessité de donner une quantité d'oxygène considérable au malade. Anciennement, lorsqu'on voulait secourir une victime par des inhalations d'oxygène, il fallait se servir de ballonnets d'oxygène avec lesquels

En terminant cette étude, nous signalerons un autre appareil du même inventeur, qui, s'il ne rentre pas absolument dans la classe des appareils respiratoires proprement dits, n'en est pas moins appelé, croyons-nous, à rendre de précieux services en cas d'asphyxie. La place de cet appareil semble donc tout indiquée dans les postes de secours miniers. Son but est en effet de transporter sous un poids et un volume réduits une grande quantité d'oxygène pur et tout le dispositif permettant de

la perte était grande et la quantité d'oxygène distribuée souvent insuffisante et par suite inefficace.

Avec le nouvel appareil de secours, on dispose d'une grande quantité d'oxygène qu'on distribue à volonté et sans perte. Il comprend (fig. 13) une bouteille d'oxygène de 110 litres munie de sa valve d'ouverture V, sur laquelle est fixée la conduite de distribution du gaz qui amène ce dernier à un détendeur K, commandé par une manette C. Sur le tuyau est fixé le manomètre F. Du détendeur, l'oxygène se rend dans le tuyau d'aspiration G, qui l'amène à une pipette O, ou plutôt à un petit masque spécial P. Sur le tuyau d'aspiration est encore disposé le ballonnet B, dans lequel l'oxygène s'accumule durant l'expiration.

Le masque P est muni sur le devant d'une valve, système Cailletet,

permettant le rejet de l'air expiré; il porte aussi un petit orifice dont la section est calculée de telle façon que l'air entrant forme avec l'oxygène un mélange à 50 % (proportions préconisées par Paul Bert dans les cas d'asphyxie). Le masque, tout en métal, ce qui permet sa stérilisation facile, enserre et le nez et la bouche; il peut être maintenu par une courroie passant derrière la tête.

On a aussi imaginé un deuxième masque plus petit n'emboîtant que le nez, qui permet de faire à la victime les tractions rythmées de la langue tout en lui faisant absorber simultanément de grandes quantités d'oxygène. L'appareil complet, ne pesant guère que 6 kilogr., est très facilement transportable.

H. SCHMERBER,
Ingénieur des Arts et Manufactures.

AÉRONAUTIQUE

LA CAMPAGNE DE 1904 DU BALLON LEBAUDY

L'année 1904 n'a pas vu, dans le domaine de l'aéronautique, se produire d'événements sensationnels, et les premiers sujets de ce sport, pour des raisons diverses, se reposent sur leurs lauriers. Seul, tardivement, le ballon Lebaudy s'était mis en campagne. Tout marchait à souhait. Il a fallu qu'un malheureux incident survint — une rafale inopinée, une corde qui casse, — et le ballon, échappé sans conducteur, est allé s'abattre près de Serquigny (Eure), avec des avaries qui, sans être graves, ont interrompu la série des expériences.

LE NOUVEAU MODÈLE DU « JAUNE ». — Ce ballon (fig. 4, 2 et 3) n'était déjà plus exactement celui qui, l'année dernière, s'était si malheureusement détérioré au cours d'une manœuvre d'atterrissage, dans le parc de Chalais. On avait profité des réparations pour le remanier et lui donner des qualités nouvelles. Le but que se proposait M. Julliot, son créateur, était d'accroître son volume et, par suite, sa force ascensionnelle, afin qu'il pût emporter plus de provisions de route (lest et essence); c'était aussi d'améliorer ses organes de stabilité et de direction.

Sans toucher au diamètre du maitre-couple (9^m 80), et en augmentant très peu la longueur, qui ne dépasse guère 58 mètres, on a obtenu une plus grande capacité par un tracé nouveau de l'arrière, dont le profil, très effilé dans le premier type, a pris une forme elliptique dans le second (fig. 4). Cette seule modification a porté le volume de 2 300 à 2 666 mètres cubes. La surface de l'enveloppe est ainsi de 1300 mètres carrés, et son poids de 550 kilogr. L'étoffe est restée la même; c'est un tissu double de coton caoutchouté, que l'on a cependant doublé intérieurement d'une seconde et mince pellicule de caoutchouc. Dans cet état, l'enveloppe est d'une étanchéité parfaite.

L'organe de stabilité verticale, le ballonnet à air qui permet d'assurer la fixité de la forme de carène, a été aussi augmenté: il est passé de 300 à 500 mètres cubes, soit près de un cinquième du cube total.

Il a fallu donner au ventilateur une puissance correspondante; son débit a été triplé, et l'installation de cet organe a été faite de telle sorte qu'il est relié au ballonnet par une manche aussi courte que possible, opposant ainsi une moindre surface à la résistance de l'air pendant la marche.

Dans le même but, on a recouvert d'étoffe tendue tout l'avant de l'ossature métallique formant plate-forme, en fermant l'espace compris entre cette plate-forme et le ballon lui-même. Cette ceinture en coupe-vent est d'une couleur bleue qui tranche sur la coloration jaune caractéristique de l'enveloppe proprement dite.

La plus importante des modifications apportées concerne l'organi-

sation des plans verticaux et horizontaux, fixes ou mobiles, destinés à assurer, contre le tangage et le roulis, la stabilité longitudinale et transversale, en même temps qu'ils permettent, jusqu'à un certain point, de déplacer la position du ballon sur la verticale.

On sait que déjà, dans le premier modèle, le ballon était muni, sous son ventre, d'un empennage formé de deux plans en croix, l'un vertical, l'autre horizontal. Ces deux plans, qui allaient en s'élargissant vers la queue, se terminaient, l'un au gouvernail vertical de direction, l'autre à un gouvernail horizontal mobile autour d'une charnière.

Cet empennage a été modifié et complété. Les moyens de stabilisation par plans sont aujourd'hui les suivants :

1^o Plans fixes, s'opposant aux mouvements de tangage, de roulis et de lacet.

Plans fixes horizontaux, s'opposant aux mouvements de tangage et un peu à ceux de roulis :

a) Plan elliptique du ventre (ancienne plate-forme), qu'on a prolongé par une pointe triangulaire jusqu'à la ceinture coupe-vent; surface : 98 mètres carrés;

b) Plan d'empennage horizontal, articulé à l'arrière du précédent et compris entre celui-ci et les gouvernails mobiles; surface : 14 mètres carrés.

Ce plan, outre son rôle contre les mouvements de tangage et de roulis, sert aussi à maintenir le ballon dans sa zone d'équilibre vertical, dans le cas où les formes de la carène auraient un effet contraire. Il suffit, pour cela, de le régler entre deux essais, en changeant légèrement son inclinaison sur l'axe du ballon. En réalité, on l'a fort peu écarté de la position horizontale.

c) Plan horizontal fixe d'arrière, dit *papillon* ou *queue de pigeon*, surface, 22 mètres carrés. Ce plan, qui n'existait pas dans le premier modèle, est situé tout à fait à l'arrière de l'enveloppe elle-même, qu'il contourne sur une partie du méridien horizontal.

Plans fixes verticaux, s'opposant aux mouvements de roulis et de lacet :

a) Fausse quille, sous la partie arrière du ventre; surface : 10 mètres carrés;

b) Plan d'empennage vertical, aboutissant au gouvernail vertical, et formant la croix avec le plan d'empennage horizontal articulé; surface : 10^m 5;

c) Plan vertical de la queue de pigeon, qui n'a d'autre rôle que de raidir cette queue; surface : 1^m 5.

2^o Plans mobiles, assurant la direction dans les deux sens :

Plans mobiles à directrices horizontales, ou gouvernails horizontaux, qui permettent de modifier l'inclinaison du ballon dans le plan vertical, et, par suite, de changer sa zone de navigation. Ces plans concourent en outre à la stabilité :

a) Plan déroulable le long du trapèze de poussée; surface : 9^m 5.

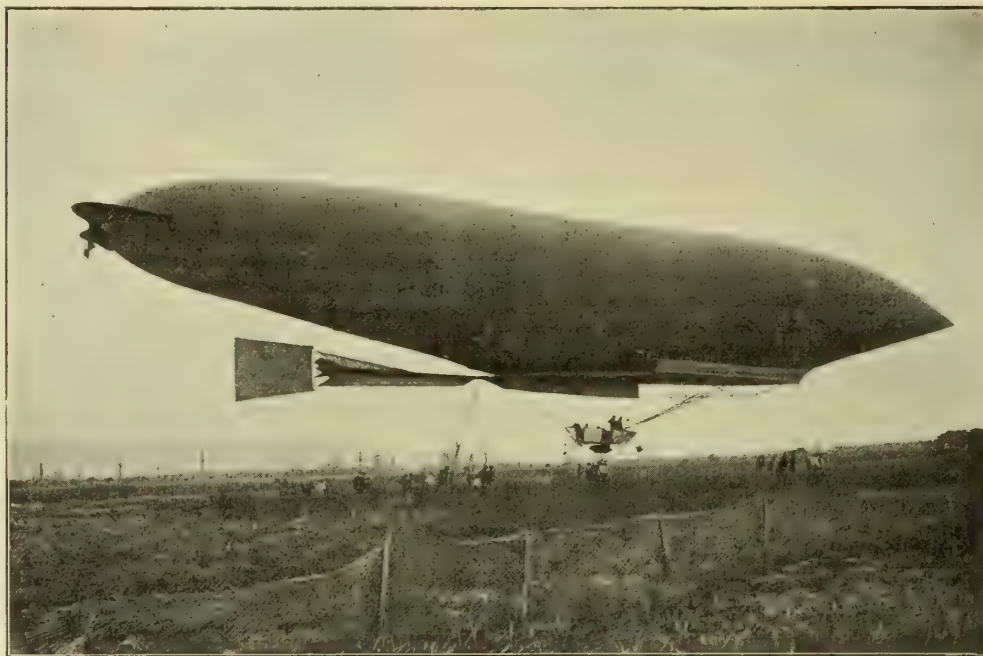


FIG. 1. — Le nouveau ballon Lebaudy en ascension.

C'est comme une voile oblique, que l'on peut à volonté étendre sur le cadre incliné de la suspension vers l'avant. Sa manœuvre, pendant la propulsion, permet de relever le dirigeable, et de le faire naviguer dans une zone un peu supérieure à celle de son équilibre statique;

b) Gouvernail horizontal en V, formé de deux plans articulés sur le même axe horizontal. Immobiles, ils constituent un coin stabilisateur et agissent automatiquement comme un frein pour éteindre les mou-

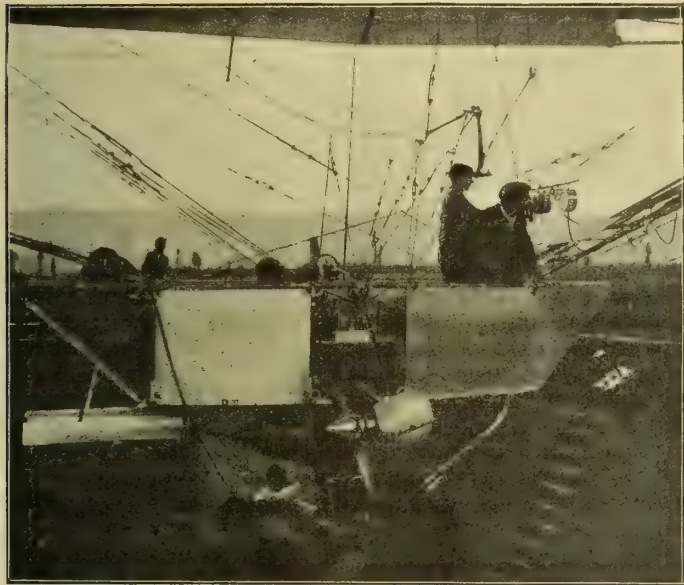


FIG. 2. — Vue de la nacelle, avec l'appareil photographique et les manomètres à l'avant, dans la fosse du hangar.

vements de tangage. Ce dispositif peut en outre être manœuvré par le pilote pendant la marche pour relever le dirigeable et le diriger vers une zone supérieure de navigation. Au moment d'un virage ou d'un changement de vitesse de propulsion, la manœuvre permet aussi d'éviter les mouvements exagérés du tangage.

Surface de chacun des deux plans : 3^m24 , soit 6^m28 au total, remplaçant l'ancien gouvernail horizontal de 6 mètres carrés qui était à l'extrémité arrière du plan elliptique dans le premier modèle.

Plan vertical mobile; c'est le gouvernail classique de direction. Sa surface a été portée à 12^m275 au lieu de 9 mètres carrés.

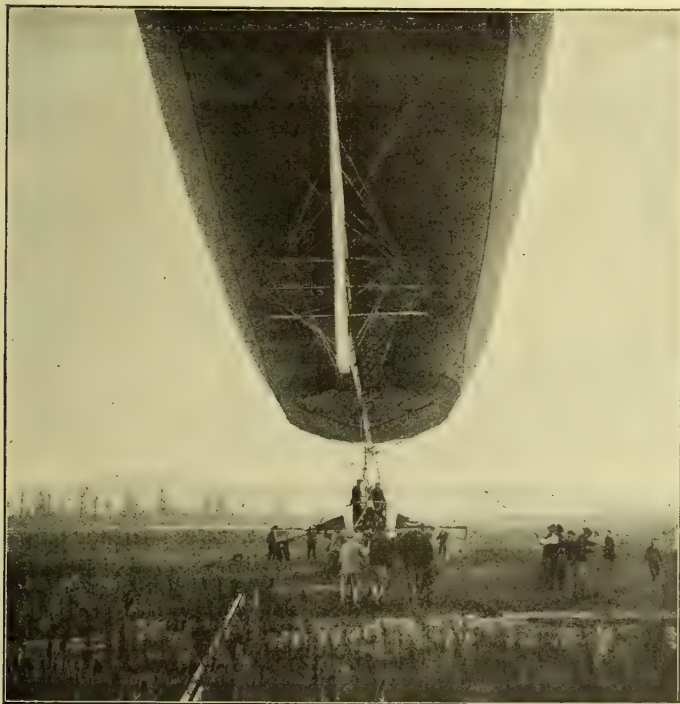


FIG. 3. — Vue de la partie inférieure du ballon, montrant les plans de stabilisation.

MODIFICATIONS DIVERSES. — L'accroissement du volume du ballon a permis de porter à 220 litres la provision d'essence sans changer le moteur (40 chevaux) et de se munir de divers engins d'atterrissage : un stabilisateur articulé en bois et un guide-rope qui arrêtent le ballon dans sa descente et l'équilibrent à 80 mètres environ au-dessus

du sol, afin d'éviter les chocs si dangereux pour la nacelle et le mécanisme.

Ce guide-rope, qui rend les plus grands services, est constitué par un câble au bout duquel est fixé un long boudin en toile robuste, rempli de sable fin et pesant 35 kilogr. Cet ensemble, convenablement enroulé, est attaché à la nacelle et déroulé au moment de l'atterrissage, quand le ballon est encore assez éloigné du sol.

On a en outre combiné, en cas de voyages nocturnes, un système d'éclairage (lampes pour l'équipage et phare à acétylène très puissant pour éclairer la route).

La période d'inactivité du ballon a été mise à profit pour améliorer sur bien des points l'installation du parc de Moisson, notamment l'usine productrice d'hydrogène, et pour la doter d'un certain nombre d'appareils de contrôle et d'observation, parmi lesquels il convient de citer un ballon-sonde dit « captif à cercle », indicateur de la force et de la direction du vent. La figure 4 suffit à indiquer le fonctionnement de cet appareil. C'est un ballon sphérique de 30 mètres cubes gonflé à l'hydrogène, avec les commencements de charge de l'appareil à gaz. Il porte un enregistreur d'altitude, une oriflamme et une pile

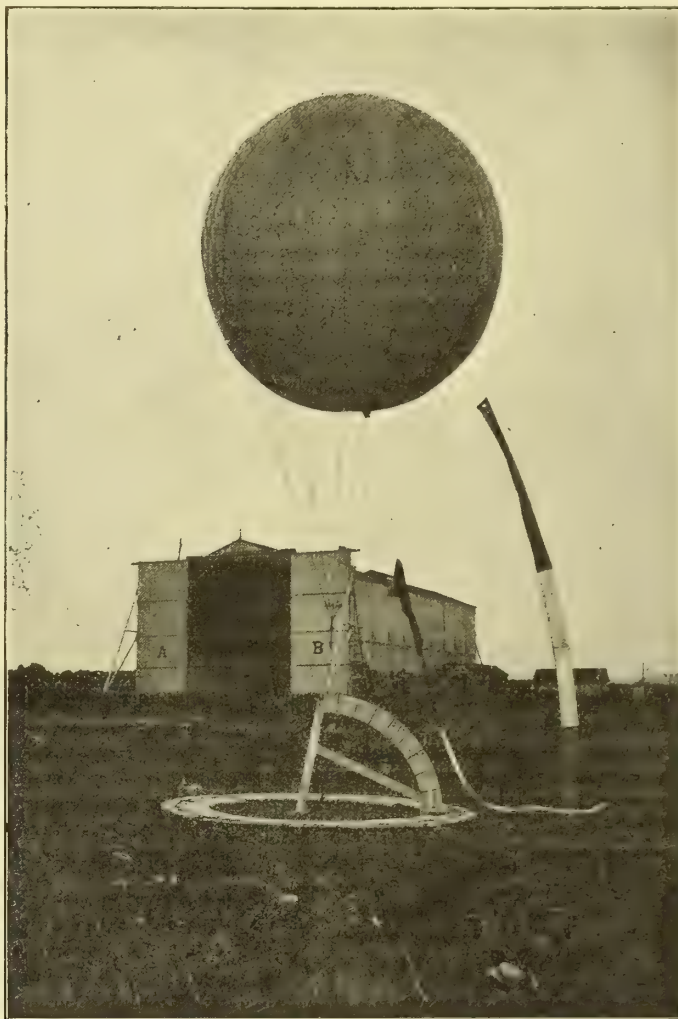


FIG. 4. — Vue du petit ballon captif à cercle.

sèche; celle-ci alimente une lampe électrique placée au centre du ballon et qui l'illumine pour les observations nocturnes. Le câble d'attache en acier a 500 mètres de longueur; il passe sur une poulie fixée par une chape à quadrant au centre d'un vaste cercle horizontal gradué en rose des vents et posé sur le sol, qui permet de déterminer l'azimut; le quadrant vertical indique l'inclinaison du câble au point d'attache, cette inclinaison déterminant la force du vent, pour une force ascensionnelle connue.

PROGRAMME D'EXPÉRIENCES. — Les ascensions qui devaient être effectuées au cours de la campagne de 1904 avaient essentiellement pour but de vérifier l'effet des modifications que nous venons d'énumérer et notamment des organes de stabilisation et de direction. Elles devaient permettre en outre au personnel de se familiariser avec la manœuvre des nouveaux appareils, l'équipage étant toujours composé de MM. Juchmès, aéronaute, et Rey, mécanicien, auxquels on adjoignit un second aéronaute pris parmi le personnel du parc.

L'exécution de cette première partie du programme ne comportait que des voyages d'assez courte durée, consacrés chaque fois à une manœuvre bien définie. C'est cette première série d'essais et d'expériences qui a été réalisée et l'on allait pouvoir effectuer des voyages de

long parcours et de longue durée, lorsque l'incident du 28 août vint en interrompre le cours.

Le ballon était prêt le 3 août, un quart d'heure avant minuit; dès le matin du 4 août, il opérait sa première sortie, réservée au réglage et qui ne dura qu'une dizaine de minutes.

Les trois voyages suivants eurent lieu trois jours de suite, avec des durées croissantes de 15, 32 et 34 minutes, prouvant ainsi la faculté de sortie presque quotidienne du nouveau modèle. On put également constater que ce modèle possède les qualités de fond que l'on recherchait, car ces diverses ascensions se sont effectuées avec une dépense de lest à peu près insignifiante. Le ballon possède en outre une grande stabilité et est facilement maniable. Quant à la vitesse, elle est restée sensiblement la même que dans le premier type. M. Julliot ne compte obtenir une vitesse supérieure qu'avec un nouveau ballon plus puissant comme moteur et comme propulseurs, dont il poursuit les études dès à présent.

D'autres essais eurent lieu, les 12, 16 et 17 août, qui achevèrent de mettre au point les questions de manœuvre et l'on pouvait, dès lors, admettre des passagers à bord.

M. Paul Lebaudy, député, inaugura le 20 août cette nouvelle série de voyages, et fut remplacé aussitôt dans la nacelle par M^{me} Paul Lebaudy, qui est la première femme ayant navigué dans un dirigeable.

Une série de mauvais temps interrompirent les expériences qui ne furent reprises que le dimanche 28 août. Ce jour-là, le ballon, retardé par le brouillard, se mit en route à 10 h. 15 m. et, gagnant une altitude de 150 mètres, évolua avec facilité, malgré un vent de 25 kilom. et des rafales de l'est-nord-est, au-dessus de la Roche-Guyon et de Vétheuil. Au bout de vingt minutes, et le vent augmentant, le pilote, craignant en atterrissant à l'endroit habituel d'être rabattu sur le hangar, effectua sa descente à la lisière du bois. Aussitôt que la béquille d'atterrissage toucha terre, M. Juchmès put descendre et, aidé par le mécanicien et l'aide-aéronaute, il amarra le ballon aux arbres au moyen des deux guide-ropes, en attendant l'arrivée des hommes d'équipe. Mais une rafale plus violente fit rompre une des amarres et la traction exercée par l'autre brisa le tronc d'arbre auquel elle était attachée, donnant ainsi la volée au ballon, malgré les efforts des aéronautes pour retenir le fugitif par le guide-rope.

Rapidement le dirigeable s'enfuyait vers l'ouest. Le premier moment de stupeur passé, M. Paul Lebaudy d'abord, M. Juchmès ensuite, partaient en automobile à toute vitesse, à sa poursuite dans la direction de Vernon et d'Évreux, et le retrouvaient enfin échoué dans les arbres d'une propriété appartenant au comte de Beaumont, près de Serquigny, à 70 kilom. de son hangar. Grâce à son guide-rope et à son stabilisateur, il s'était maintenu assez haut pour n'avoir reçu que des blessures légères. On le dégonfla pour le ramener au bercail, et sans doute, après quelques semaines de réparations, il pourra reprendre, en octobre, l'exécution de son programme d'expériences.

L'incident n'aura pas été inutile en montrant comment le ballon se comporte en pareille occurrence et à grande hauteur, et en prouvant, en tout cas, que ses soupapes suffisent à sa sécurité, en évacuant l'excès de gaz dû à la dilatation alors même que la vitesse d'ascension est très rapide, comme dans cette circonstance où la force ascensionnelle était considérable par suite de la mise à terre des aéronautes.

L^t-Colonel G. ESPITALIER.

VARIÉTÉS

Perméabilité à l'eau des peintures à l'huile.

Depuis longtemps, la recherche d'essais de laboratoire permettant d'évaluer l'efficacité des peintures, est à l'étude, mais aucune méthode satisfaisante n'a encore été trouvée. La question, qui avait été posée à la dernière réunion de la Société américaine pour l'Essai des Matériaux, avait suscité un grand nombre de communications, mais aucune solution n'a pu recevoir l'approbation de la majorité de ses membres. Une de ces communications, cependant, mérite d'attirer l'attention, car elle présente une idée nouvelle qui peut être féconde en résultats. C'est celle de M. Charles B. Dudley, chimiste à la Compagnie du Pennsylvania Railroad.

Il est reconnu que la corrosion est le plus souvent une oxycarbonatation des métaux qui est due à l'humidité ou plus exactement aux alternatives de sécheresse et d'humidité de la surface du métal. Une peinture protège donc d'autant mieux de l'oxydation, que son imperméabilité à l'eau est plus grande. Tout revient alors à déterminer cette perméabilité et à trouver un corps, très sensible à l'action de l'eau, qui puisse être appliqué en couche sur le verre, puis recouvert de peinture, et qui traduise son hydratation par quelque caractère facilement observable. L'auteur a tout d'abord pensé aux sels métalliques tels que les sulfates de fer ou de cuivre; ces sels sont, en effet, incolores quand ils sont anhydres et colorés quand ils sont hydra-

tés, mais leur emploi a présenté des difficultés pratiques qui les ont fait rejeter. Le corps dont il fait usage est la dextrine.

On fait une dissolution de 20 grammes de dextrine dans un mélange de 40 centimètres cubes d'eau additionnés de 30 centimètres cubes d'alcool et on en dépose une couche limitée, par exemple un cercle de quelques centimètres de diamètre, sur une plaque de verre bien propre et surtout parfaitement dégraissée. Dans ces conditions, la couche sèche sans peler en dix à vingt minutes; si l'on emploie la chaleur pour hâter la dessiccation, la température ne doit pas dépasser 65 degrés. Une fois sèche, la couche est tout à fait transparente et à peine visible; on l'enduit alors de la peinture à essayer de la même façon qu'on emploie celle-ci en temps ordinaire et en déposant autant de couches qu'on le désire; il faut avoir soin, toutefois, en recouvrant la dextrine, d'en dépasser largement les bords.

Si l'on place la plaque ainsi préparée dans l'eau pendant une douzaine d'heures, on constate que toutes les peintures à base d'huile de lin, sans exception, mais plus ou moins il est vrai, sont perméables à l'eau. Cette perméabilité se traduit, si la pénétration de l'eau a été faible, par de petites taches mates visibles du côté du verre qui n'a pas été enduit; si la pénétration a été assez profonde les taches sont plus grandes et la pellicule de dextrine peut se décoller complètement et même soulever la couche de peinture.

Il convient de remarquer que tous les essais de M. Dudley ont été faits sur des couches de peinture qui n'avaient pas séché pendant plus de dix à quinze jours; il est possible qu'un séchage de plus longue durée donne des résultats différents.

De ces expériences, il résulte également que la nature du pigment et la finesse de son grain influent beaucoup sur la perméabilité; de même, des couches d'huile de lin seules, sans pigment, sont beaucoup plus perméables que la même quantité d'huile appliquée avec un pigment.

M. Dudley explique tous ces résultats par la façon dont se fait le séchage de l'huile. Celle-ci, tant qu'elle est liquide, est bien imperméable à l'eau, mais en séchant elle s'oxyde et cette oxydation serait accompagnée d'une élimination de gaz carbonique et d'une contraction, deux causes qui font que la couche, au lieu d'être continue est en réalité très poreuse; cette porosité est plus faible en profondeur, les parties extérieures séchant les premières. Ceci justifierait la pratique des ponçages nombreux et des couches de peinture superposées alternant avec ceux-ci quand on veut réaliser une plus grande protection (caisses des voitures de carrosserie et de chemins de fer).

D'après cela, il semblerait que les seules peintures, vraiment protectrices, seraient celles dans lesquelles le séchage se ferait simplement par évaporation du liquide et non par oxydation; un petit nombre de vernis paraissent seuls remplir cette condition.

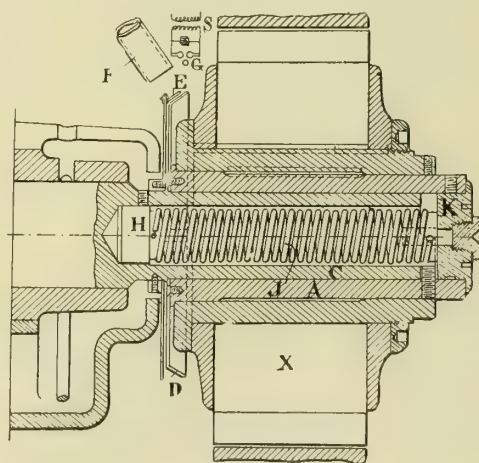
Dynamomètre Kintner.

La figure ci-dessous représente, d'après l'*Electrical World*, un dynamomètre de disposition très spéciale. Cet appareil est employé pour l'essai des pertes dans les tôles de dynamos, dans une méthode directe qui consiste à faire tourner l'échantillon à essayer dans un inducteur analogue à celui d'une dynamo à courant continu.

Un moteur électrique, pourvu d'un arbre creux C, met en mouve-

ment, par l'intermédiaire du ressort dynamométrique J, l'échantillon X à essayer monté sur une douille A concentrique à l'arbre et folle sur celui-ci. L'arbre C attaque le ressort J par son extrémité intérieure H, et le ressort est solidaire de la douille A par son autre extrémité.

Un index E est fixé à l'arbre, et un disque gradué D, d'environ 20 centimètres de diamètre, est monté sur la douille. Un excita-



Coupe longitudinale du dynamomètre Kintner.

teur G, monté à proximité de la graduation, est relié au secondaire d'une bobine d'induction S, avec condensateur en dérivation. Le primaire de la bobine est intercalé dans un circuit qui contient un contact, en phase avec l'index. La graduation et l'index sont protégés de la lumière de la pièce, et un tube F en permet l'observation.

L'éclaircissement instantané par l'étincelle permet la lecture facile de l'échelle tournant à 1 000 ou 2 000 tours par minute. Les surfaces de

contact de l'arbre et de la douille sont soigneusement rectifiées, et il n'y a pas de frottement appréciable, du moins pendant la marche.

Le ressort étant calibré au préalable, on obtient la perte dans le fer par la mesure directe du couple et de la vitesse. On peut facilement traduire la lecture en watts, ce qui d'ailleurs est généralement inutile, puisqu'on fait surtout des mesures comparatives.

Éclairage électrique des trains, système Boehm.

Ce système, comme celui de Stone, emprunte à un essieu de chaque voiture l'énergie nécessaire pour actionner une dynamo, qui alimente les lampes soit directement, soit par l'intermédiaire d'une batterie d'accumulateurs.

La tension aux bornes de la dynamo est maintenue automatiquement constante par le dispositif ci-dessous, dont nous empruntons la description à l'*Electrical Review*.

La dynamo D (fig. 1) reçoit, par friction, le mouvement d'un galet G monté sur l'essieu, mais ce mouvement lui est communiqué par l'intermédiaire de deux galets fous FF', montés sur deux arbres que des excentriques permettent d'écarter ou de rapprocher. Ces excentriques, dont les axes sont maintenus à distance constante par la tringle T, sont commandés par les bielles B', B'', sur lesquelles agit le ressort R. Un électro-aimant S, monté en dérivation aux bornes de la dynamo, agit à l'encontre du ressort R, de sorte que lorsque la tension de la dynamo a atteint une certaine valeur les galets FF' s'écartent, et il se produit un glissement qui limite la vitesse de la machine.

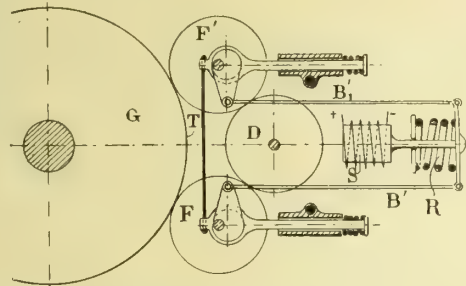


FIG. 1. — Schéma du dispositif régulateur de vitesse.

L'ensemble du mécanisme, protégé de l'eau et de la poussière par une enveloppe, est monté sur l'essieu. L'extrémité antérieure s'appuie sur l'essieu par deux coussinets, à la façon des moteurs de tramways; l'extrémité postérieure est suspendue élastiquement.

La figure 2 indique le schéma des connexions entre la dynamo, la batterie et les lampes. A est la dynamo, B la batterie, C un disjoncteur automatique dont l'électro-aimant est pourvu d'un double enroulement, l'un en série dans le circuit principal, l'autre en dérivation aux bornes de la dynamo. Cet enroulement shunt met la dynamo en communication avec les lampes, lorsque sa tension a atteint la valeur né-

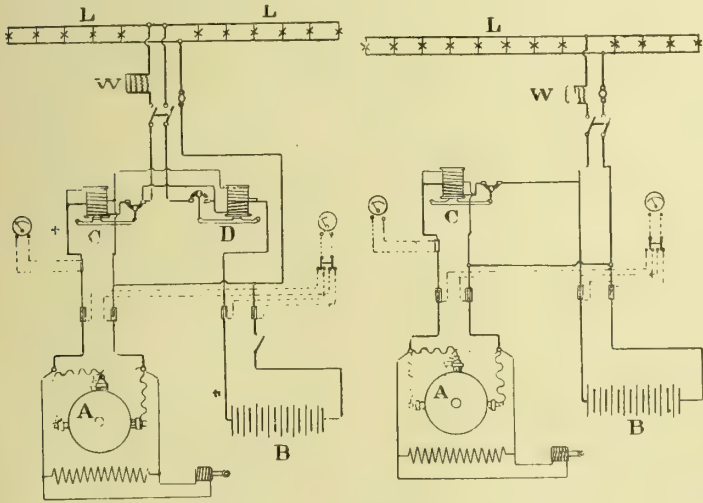


FIG. 2 et 3. — Schémas des connexions.

cessaire. Si cette tension descend au-dessous de celle de la batterie, le courant de cette dernière, en traversant l'enroulement série en sens inverse, ouvre l'interrupteur C, et ferme l'interrupteur D, qui met la batterie en communication avec les lampes L. Pendant la marche de la dynamo, cet interrupteur est normalement maintenu ouvert par le courant qui alimente directement les lampes. Si la batterie se trouve sur le circuit des lampes, elle se trouve automatiquement disconnectée dès que la tension de la dynamo a atteint

la tension de charge de la batterie. La dynamo alimente alors directement l'éclairage, en même temps qu'elle peut charger la batterie. Cette charge s'effectue par simple équilibre, le courant de charge diminuant au fur et à mesure que la tension de la batterie augmente, pour devenir pratiquement nul à la fin de la charge. La différence entre la tension de charge et la tension de décharge de la batterie oblige à intercaler dans le circuit des lampes une résistance W, lorsque l'alimentation a lieu directement par la dynamo. La batterie, au contraire, alimente le circuit sans aucune résistance.

La figure 3 indique une autre disposition qui permet de supprimer l'interrupteur D. Dans ce cas, le courant de la batterie traverse aussi la résistance W, qui doit être à régulation automatique pour compenser la différence de tension entre la batterie et la dynamo.

Lorsqu'on renverse le sens de la marche du train, on tourne les balais de la dynamo (de 90 degrés dans le cas d'une machine tétrapolaire) de façon à maintenir le courant dans la même direction.

Pendant le jour, ou dans les périodes où l'éclairage est inutile, on comprime à l'aide d'un levier extérieur le ressort R (fig. 1) ce qui a pour effet d'écarter les galets F.

La batterie est montée sous la voiture; les disjoncteurs, coupe-circuits et appareils divers forment un petit tableau monté à l'intérieur de celle-ci.

École Centrale des Arts et Manufactures.

Liste, par ordre de mérite,

des candidats admis à la suite du Concours d'admission de 1904.

- 1 Fromantin; - 2 Aubert; - 3 Masson; - 4 Ory; - 5 Levat; - 6 Gueudelot;
- 7 Bost; - 8 Fassy; - 9 Gruet de Bacquencourt; - 10 Caldier; - 11 Roycourt;
- 12 Pasquier (François); - 13 Pottier (Pierre-Maurice); - 14 Rolland; -
- 15 Charlet; - 16 Pisosky; - 17 Mortet; - 18 Dreux; - 19 Destouches; - 20 Le
- Forestier;
- 21 Jannot; - 22 Gillet; - 23 Simonet (Louis); - 24 Chauvot de Beauchêne;
- 25 Féarès; - 26 Biron; - 27 Haour; - 28 Mougeot; - 29 Noyer; - 30 Régnier;
- 31 Marchand; - 32 Royer; - 33 Maucière (Pierre); - 34 Nahon; - 35 Audy;
- 36 Gaucherot; - 37 Davous; - 38 Isaac; - 39 Pasquier (Jean); - 40 Lescœur;
- 41 Martinaud; - 42 Toussaint; - 43 Raymond; - 44 Amiaud; - 45 Wallon;
- 46 Willaime; - 47 Le Lièvre de la Touche; - 48 Aviolat; - 49 Stoss; -
- 50 Laponche; - 51 Labrunie; - 52 Payelle; - 53 Pottier (Maurice); - 54 Cou-
- turaud; - 55 Bodin; - 56 Le Poittevin; - 57 Hertz; - 58 Favre; - 59 Delaly
- (Gustave); - 60 Vente;
- 61 Colombier; - 62 Vignet; - 63 Spitzmuller; - 64 Dubarry; - 65 Cardon;
- 66 Gérard; - 67 Julien-Laferrère; - 68 Moine; - 69 Roy; - 70 Gasnier;
- 71 Van Hulle dit Montagne; - 72 Nodet; - 73 Lenoir; - 74 Gustin; - 75 Teis-
- sier de Marguerittes; - 76 Viennot; - 77 Durand (Jean); - 78 Laroche-Jou-
- bert; - 79 Gentel; - 80 Chasles;
- 81 Reboul; - 82 Guernut; - 83 Rollet; - 84 Cocagne; - 85 Pons (Raymond);
- 86 Berguerand; - 87 Nicoux; - 88 Huot; - 89 Prestat; - 90 Haas (Jean); -
- 91 Moreau (Marcel-Ernest); - 92 Vandenbusch; - 93 Dutert; - 94 Blache; -
- 95 Bourras; - 96 Haffreingue; - 97 Cartier-Bresson; - 98 Lutz; - 99 Tuillier;
- 100 Lepère;
- 101 Degrendel; - 102 Chol; - 103 Gosselin; - 104 Ledain; - 105 Boldur;
- 106 De Schlumberger; - 107 Delaly (Henri); - 108 Boëtte; - 109 Gilbert;
- 110 De Gerus; - 111 Pecquerie; - 112 Parmentier; - 113 Jacquotte; - 114 Flec-
- niakoska; - 115 Bousquet; - 116 Dieuzeide; - 117 Boy; - 118 Lévy (Gaston);
- 119 Devaux; - 120 Vincens;
- 121 David; - 122 Loubaud; - 123 Billez; - 124 Pierre; - 125 Quignard;
- 126 Rouault; - 127 Chapron; - 128 Froissart (Maximilien); - 129 Brun (Émile);
- 130 Combe; - 131 Ailleaume; - 132 Roubly; - 133 Communeau; - 134 Flo-
- rence; - 135 Mion; - 136 Lézer; - 137 Husson; - 138 Flersheim; - 139 Gri-
- poix; - 140 Guiraud;
- 141 Lallart (Brutus); - 142 Delostal; - 143 Mousnier-Lompré; - 144 De-
- marne; - 145 Lalart (Gustave); - 146 Picot; - 147 Peignot; - 148 Babinet;
- 149 Jenn; - 150 Brochard (Pierre); - 151 Heddé; - 152 Plombas; - 153 Hazen-
- Chase; - 154 Besson (Paul); - 155 Perrotte; - 156 Fourcassé; - 157 Avocat;
- 158 Collard; - 159 Barat; - 160 Moatti;
- 161 Dupont; - 162 Barrouin; - 163 Deloupy; - 164 Durand (Charles); -
- 165 Schlecht; - 166 Desse (Paul); - 167 Bergerot; - 168 Valérian; - 169 Pi-
- ketty; - 170 Melliez; - 171 Ufferte; - 172 Brunner; - 173 Maury; - 174 De
- Tienda; - 175 Manque; - 176 Rouyre; - 177 Picard (Pierre); - 178 Simonnet
- (Charles); - 179 De Fontaines; - 180 Kammerer;
- 181 Kula; - 182 Tranchau; - 183 Audoin; - 184 Pinsmaile; - 185 De Bi-
- gault du Granrut; - 186 Chalaïn; - 187 De Ricard; - 188 Brulez; - 189 Cham-
- bert; - 190 Amidieu Duclos; - 191 Mégnin; - 192 Lauru; - 193 Hayem;
- 194 Gossart; - 195 De Lacerda; - 196 Pethe; - 197 Beauvillain; - 198 Clouët;
- 199 Lafite; - 200 Marchal;
- 201 Oudin; - 202 Saint-Paul de Sinçay; - 203 De Ribier; - 204 Cuny; - 205 Mai-
- trot; - 206 Mouynet; - 207 Lévy (Michel); - 208 Forestier; - 209 Amiet; - 210 Bar-
- baza; - 211 Sonnet; - 212 Mille; - 213 Dubar; - 214 Rouch; - 215 Bally;
- 216 Prothais; - 217 Dalnoky; - 218 Lecendreux; - 219 Mézières; - 220 Mer-
- cet;
- 221 Brun (Léon); - 222 Reviron; - 223 Kuhnman; - 224 Dubois (Georges-
- Marie); - 225 Denard; - 226 Foucault (Louis); - 227 Puica; - 228 Lançon;
- 229 Viel; - 230 Michel (René); - 231 Toutée; - 232 Perrin (Pierre); - 233 Caillo-
- tin; - 234 Hénot.

SOCIÉTÉS SAVANTES ET INDUSTRIELLES

Académie des Sciences.

Séance du 19 septembre 1904.

Chimie organique. — Sur la composition chimique et la formule de l'adrénaline. Note de M. Gabriel BERTRAND, présentée par M. Maquenne.

En raison de l'importance prise au cours de ces dernières années, tant au point de vue physiologique qu'au point de vue thérapeutique, par la substance active des glandes surrénales désignée communément sous le nom d'adrénaline, on s'est efforcé d'élucider la composition, les propriétés et jusqu'à la constitution chimique de cette substance remarquable qui, en solution au $\frac{1}{1000}$ ou au $\frac{1}{500}$, appliquée sur des tissus saignants, a pour effet de faire cesser l'hémorragie.

Malgré toutes les recherches, la formule brute de l'adrénaline n'est cependant pas encore établie avec certitude. Si l'on cherche d'où proviennent les divergences, on les trouve principalement dans la difficulté de préparer convenablement des quantités notables d'adrénaline : cette substance n'existe en effet que dans les glandes surrénales et en très petite proportion ; de plus, elle s'altère, surtout au contact de l'oxygène, avec une grande rapidité.

M. Bertrand expose son procédé d'extraction et de préparation à partir des glandes surrénales de cheval et montre comment il est arrivé à obtenir un produit cristallisé de caractères assez constants.

Une méthode par fractionnement du sulfate d'adrénaline a permis d'établir la constance de composition des cristaux ainsi obtenus.

Ces résultats montrent d'abord que l'adrénaline extraite des glandes surrénales de cheval est une substance unique et non pas un mélange, ensuite que la formule $C^9H^{13}AzO^3$ proposée par Aldrich pour en représenter la composition chimique reste seule admissible.

Le poids moléculaire trouvé, par la cryoscopie, de l'adrénaline en solution acétique, correspond bien, d'ailleurs, à cette formule.

Les rendements diffèrent à peine de ceux qui sont fournis, à l'aide d'autres méthodes, par les glandes surrénales de bœuf : 118 kilogr. d'organes frais, provenant de près de 4.000 chevaux, donnent environ 125 grammes d'adrénaline cristallisée.

Optique photographique. — Sur la profondeur de champ et de foyer des objectifs photographiques. Note de M. J. THOVERT, présentée par M. J. Violle.

Dans les applications photographiques, on calcule la profondeur de champ et de foyer en se basant sur le fait que l'image d'un point a toujours des dimensions finies ; généralement, on admet $\frac{1}{10}$ de millimètre comme diamètre limite de cette image.

Ce mode de calcul avantage les objectifs à courts foyers ; on en conclut par exemple que les distances hyperfocales des objectifs, à ouvertures égales, varient comme les carrés de leurs longueurs focales. Les conclusions ne tiennent pas compte de la grandeur des images obtenues ; il est certain cependant que les images de faibles dimensions sont destinées, soit à un agrandissement ultérieur, soit à être examinées avec un système optique amplifiant ; en toute rigueur, les conditions d'emploi des divers objectifs devraient donc être comparées à dimensions égales de l'image.

On arrive facilement à ce résultat en prenant, pour base du calcul de la profondeur de champ et de foyer, une limite de définition angulaire de l'image. Par exemple, laissant de côté certaines applications (microphotographie, reproductions, etc.), on peut dire que la photographie a pour but ordinaire de reproduire ce que l'œil voit ; il est donc normal que la limite de définition angulaire de l'image photographique soit égale à celle de l'image rétinienne ; on doit donc adopter, pour valeur de cet angle limite, la minute d'arc, à peu près égale numériquement à la fraction $\frac{1}{3000}$.

La profondeur de champ d'un objectif sera donc limitée par les distances entre lesquelles, pour un tirage donné, la plaque photographique conservera distinctes les images de deux points dont l'écart angulaire est de $\frac{1}{3000}$. De même, la profondeur de foyer, lorsque la surface sensible a été mise au point sur un objet déterminé, sera constituée par l'écart possible sur le tirage en conservant distinctes les images de deux points séparés par une distance angulaire de $\frac{1}{3000}$.

Partant de ces données, l'auteur expose le calcul

de la profondeur de foyer et de la profondeur de champ.

L'examen des images obtenues sur les plaques au gélatino-bromure a montré qu'on obtient difficilement des images linéaires dont l'épaisseur soit inférieure à $\frac{1}{10}$ de millimètre ; de cette limite imposée par le mode d'action même de la lumière sur la couche sensible, il résulte que la définition angulaire de la minute d'arc ne peut être effectivement donnée que par les objectifs dont la longueur focale atteint au moins $\frac{3000}{40} = 75^m$. Les objectifs de longueur focale très courte ne peuvent donc pas, dans l'usage courant, reproduire tout ce que l'on voit.

A. B.

BIBLIOGRAPHIE

Revue des principales publications techniques.

CHIMIE INDUSTRIELLE

Détermination rapide du plomb, du fer, de la chaux, du soufre, du cadmium et du cuivre dans les minerais de zinc. — M. W. G. WARING, sollicité par plusieurs fabricants d'acide sulfurique et grilleurs de blende, d'indiquer les meilleures méthodes commerciales pour la détermination des impuretés contenues dans les minerais de zinc, donne, dans l'*Engineering and Mining*, du 25 août, le résultat de ses recherches et de son expérience sur ce sujet, pensant qu'il pourra être de quelque utilité pour les métallurgistes.

La question présente un très grand intérêt en raison des pénalités qui frappent le minéral selon la teneur de ces différentes impuretés. Pour chacun de ces corps, l'auteur donne une méthode de recherche distincte et indique le degré de précision qu'elle comporte.

CONSTRUCTION DES MACHINES

Les nouvelles usines de l'International Harvester Co., à Hamilton, province d'Ontario (Canada). — Ces usines, décrites dans l'*Iron Age*, des 1^{er} et 8 septembre, sont un nouvel exemple de ces installations immenses que les Américains tendent de plus en plus à établir, et dans lesquelles une puissante Compagnie cherche à s'assurer le monopole d'un même genre d'industries dans toute une région. Ainsi, la Compagnie internationale s'est spécialisée dans la construction des machines agricoles de toutes sortes ; primitivement, le terrain occupé par les nouvelles usines appartenait à la Deering Harvester Co ; celle-ci, qui avait débuté, il y a dix ans, par un simple magasin de vente, se proposait d'y bâtir des ateliers et de fabriquer elle-même ses machines, quand elle fut absorbée, il y a deux ans, par la Compagnie actuelle. En conséquence, les usines ont reçu une extension considérable, et sont devenues le centre exclusif de la fabrication de certaines machines, aussi bien pour le Canada que pour les pays d'exportation.

L'emplacement actuel a une surface de 50 hectares ; il est situé au bord du lac Ontario, dans des conditions facilitant considérablement le transport par terre ou par eau. Voici, avec leurs dimensions en plan, les principaux bâtiments, non compris leurs annexes, qui sont dans des locaux distincts : fonderie de fonte (25 mètres sur 200 mètres), atelier de fabrication de la fonte malléable (25 mètres sur 264 mètres), forge (25 mètres sur 214 mètres), atelier de montage (23^m 80 sur 107^m 65), taillanderie à cinq étages (23^m 80 sur 36^m 90), atelier de travail du bois (30^m 50 sur 123^m 50), atelier de peinture (22 mètres sur 54^m 20).

La description de ces divers ateliers est donnée en détail, ainsi que quelques dispositions ou procédés assez nouveaux et les appareils qu'ils nécessitent, comme le réchauffage des pièces moulées, la suppression des poussières de toutes sortes, et l'utilisation des poussières de bois comme combustible.

Station centrale d'énergie dans une usine moderne. — L'*Engineering*, du 29 juillet et du 5 août, reproduit un mémoire que M. Edward G. HILLER a présenté à la dernière réunion de l'Institution of Mechanical Engineers, sur l'installation d'un moteur à vapeur central destiné à fournir la force dans une grande usine moderne.

L'installation qu'il décrit comme type a été réalisée dans une filature de la Bessbrook Co, et fonctionne depuis un an déjà. On s'est efforcé dans cette installation d'obtenir le fonctionnement donnant le maximum d'économie au point de vue commercial, c'est-à-dire qu'on n'a pas tenu compte seulement de la consommation de charbon par cheval-vapeur, mais aussi des frais d'exploitation, d'entretien et de réparation, et de certaines conditions locales : éloignement de l'usine de tout centre industriel, difficultés d'approvisionnement du charbon, nécessité d'éviter un arrêt de marche et impossibilité de trouver immédiatement le personnel nécessaire pour faire les réparations. Pour ces différentes raisons, les machines à explosion et les turbines à vapeur ont dû être écartées.

On a prévu également une extension possible des ateliers.

L'installation comprend : trois chaudières du type Lancastre (deux suffisant pour le travail en charge maximum), timbrées à 11^m 3 ; un économiseur Green ; trois surchauffeurs de vapeur du type Musgrave and Dixon ; une conduite générale de vapeur, de 25 centimètres ; une pompe d'alimentation Weir ; une machine cross-compound de 1200 chevaux, dont les cylindres ont 0^m 635 et 1^m 32 de diamètre, avec une course de 1^m 523, et faisant 65 tours. La condensation se fait par mélange.

L'article comporte une description des divers organes et des transmissions, ainsi que des essais nombreux qui ont été faits pour démontrer l'économie de fonctionnement.

Le même mémoire est reproduit sous forme d'extrait par l'*Engineer*, du 29 juillet.

CONSTRUCTIONS NAVALES

Construction des deux cargo-boats de 21 000 tonnes, « Minnesota » et « Dakota ». — La construction simultanée de ces deux cargo-boats, qui sont du même type, est donnée par M. C. R. HANSCOM, dans un mémoire que reproduit l'*Engineering News*, du 1^{er} septembre.

L'auteur décrit d'abord l'organisation des chantiers, qui ont été créés de toutes pièces au point choisi pour la construction, et donne les raisons qui ont déterminé le choix de leur emplacement à Groton, sur les bords de la Thames River, en face de New London (Connecticut).

Une des particularités de cette installation est un système de trolleys convoyeurs circulant au-dessus des deux coques, lesquelles avaient été disposées parallèlement très près l'une de l'autre. Ces trolleys ont permis de lever, transporter et mettre en place toutes les pièces pendant le montage. Les câbles porteurs étaient fixés à deux poutres en treillis placées transversalement aux deux extrémités du chantier. Chacune de ces poutres était portée par un mât en acier de 40 mètres de hauteur et de 1^m 06 de diamètre à la base, placé entre les deux coques. Un troisième mât semblable était placé entre les deux premiers. Grâce à leur talon formant rotule, ces mâts pouvaient osciller librement ; ils étaient maintenus en place, ainsi que les poutres transversales, par un système de haubans et de contre-haubans munis de pièces à rattrapage de jeu pour contrebalancer les effets de variations de longueur provenant des changements de température.

De nombreux détails de construction sont donnés sur les deux navires, quant à leur aménagement pour le transport des voyageurs et des marchandises, et quant aux dispositions ou installations particulières qu'ils présentent.

Les caractéristiques du *Minnesota*, par exemple, sont les suivantes : longueur totale, 191^m 15, largeur totale, 22^m 40 ; hauteur jusqu'au pont couvert, 16^m 10 ; water-ballast, 5 072 tonnes ; soutes à charbons, 6 195 tonnes ; capacité de chargement sans compter les soutes à charbons, 30 000 tonnes ; autres magasins, 250 tonnes ; passagers de 1^{re} classe, 253 ; de 2^e classe, 68 ; d'avant ou d'entrepont, 1 300 à 2 400 ; hommes d'équipage, 250.

Les particularités de l'aménagement de ces deux cargo-boats sont : l'emploi de chaudières aquatubulaires et de foyers à alimentation mécanique, les cabestans électriques, le gouvernail à commande électrique ou à vapeur, le grand nombre de mâts de chargement, l'atelier de blanchissage, les chambres de réfrigération, le chauffage électrique des cabines, le chauffage et le refroidissement ainsi que le tamisage de l'air destiné à la ventilation, enfin le système de protection contre l'incendie qui emploie les extincteurs à gaz Clayton.

ÉLECTRICITÉ

L'essai des appareils électriques en charge, par simple compensation des pertes. — Les essais d'échauffement sur les machines de grande puissance entraînent à une dépense considérable d'énergie. Hopkinson a indiqué, en 1886, une méthode d'opposition qui permet de recueillir dans une machine le travail produit par l'autre, et par suite de limiter la dépense d'énergie aux pertes dans le système. Cette méthode a été depuis étendue et généralisée, et M. E. A. REGESTIN en résume les applications dans un article que publie l'*Electrical Review* (New-York), du 9 et du 23 juillet.

Essai des dynamos à courant continu; les deux machines fonctionnant, l'une en génératrice, l'autre en moteur, les pertes peuvent être fournies soit mécaniquement, par un moteur additionnel, soit électriquement. Le même essai donne un moyen facile de mesurer le rendement. L'auteur indique deux méthodes à employer dans le cas où le voltage d'alimentation est inférieur à celui des machines à essayer.

Essai des commutatrices; la même méthode est applicable à deux commutatrices, les pertes pouvant être fournies du côté continu ou du côté alternatif (le côté continu est généralement préférable).

Essai des transformateurs; l'essai se fait en fournissant le courant magnétisant par le circuit à basse tension, et le courant de charge par le circuit à haute tension.

Essai des convertisseurs, avec moteurs synchrones ou asynchrones. L'auteur indique plusieurs méthodes, permettant de fournir la perte par le côté continu ou alternatif.

Il termine enfin par l'indication de méthodes applicables à des machines dont on ne possède qu'un exemplaire.

Recherches sur la commutation dans les dynamos à courant continu. — Dans une communication à la *Société internationale des Electriciens* (Bulletin de juillet 1904), M. ILIOVICI, rendant compte de ses expériences sur la *commutation*, indique les méthodes qu'il a employées, les précautions à prendre, et les premiers résultats obtenus.

Ces expériences ont eu un double but :

1° Étudier les phénomènes qui se produisent dans la section de l'induit commutée ou dans son voisinage; par exemple : variation du courant et de la force électromotrice induite dans la spire en court-circuit, variation de la chute de tension sous un balai, discussion des méthodes, étude des dits phénomènes dans les conditions les plus variées de fonctionnement de la machine (en faisant varier la vitesse, la position et la pression des balais, etc.);

2° Connaissant bien la liaison intime entre l'un de ces phénomènes et la tendance de la machine à produire des étincelles, prendre ce phénomène comme critérium et apprécier les moyens qu'on emploie ou qu'on pourrait employer pour améliorer la commutation, ou encore chercher un moyen pratique pour se rendre compte facilement des causes d'une mauvaise commutation.

ÉTUDES ÉCONOMIQUES

Du régime légal des mines en Chine. — Les *Annales des Mines*, de juillet 1904, publient un aperçu du régime légal actuel des mines en Chine. Antérieurement à l'année 1898, ce régime se rattachait, en s'efforçant de l'apprécier d'après nos idées européennes, au système de l'accession ou de la mine considérée comme dépendance de la propriété superficielle, l'État se réservant le droit de prendre les mines dont il juge avoir besoin, pour les exploiter ou les faire exploiter à son profit.

En 1898, fut édicté un règlement en vingt-deux articles, commun aux affaires de mines et de chemins de fer; en dehors des considérations d'ordre général et économique, on n'y trouvait que des recommandations aux autorités locales pour assurer la protection des entreprises minières et de ceux, Chinois ou étrangers, qui s'y livraient.

Ces dispositions ont été abrogées par le nouveau décret impérial, essentiellement minier, édicté le 17 mars 1904. En principe, le règlement ne s'applique qu'à la recherche et à l'exploitation des mines dans les terrains domaniaux, consacrant ainsi explicitement les principes généraux que l'on pouvait dégager des anciennes coutumes.

D'après ce décret, les étrangers ne peuvent s'occuper d'affaires de mines, qu'associés à des Chinois, seuls chargés des actes officiels. Sous peine de confiscation pure et simple de la mine, le capital étranger ne doit, dans aucun cas, évaluer le capital chi-

nois. Le travail manuel doit être réservé aux Chinois, sauf en ce qui concerne les mécaniciens et les comptables; les Ingénieurs peuvent être étrangers.

Le prospecteur doit payer, à la délivrance du permis de recherches, un droit fixe de 185 francs, plus une taxe annuelle de 55 fr. 50 par hectare, tant que la mine ne produira pas. Il doit déposer un cautionnement de 15 500 francs pouvant être confisqué pour infraction.

La concession est de trente ans, et ne peut être prorogée qu'après nouveau paiement des droits fixes de délivrance de permis, qui sont de 370 francs par concession au-dessous de 334 hectares, avec une augmentation de 1 fr. 10 par hectare en plus.

Le concessionnaire doit déposer un cautionnement de 37 000 francs confisquable pour infractions au règlement. Pour chacune des deux premières années, si la mine ne produit pas, il devra payer une taxe annuelle de 55 francs par hectare, qui sera remplacée, lors de l'extraction, par une taxe annuelle sur le produit brut, calculée d'après la valeur de ce dernier à la sortie de la mine, sans préjudice des droits de douane.

Malgré la trop courte durée de la concession, la lourdeur des taxes et impôts, la confiscation pure et simple trop souvent édictée comme sanction de trop de clauses, malgré bien des lacunes et des obscurités, voulues peut-être, le nouveau décret marque un progrès dans la réglementation des mines en Chine, à la condition d'être appliqué comme il le serait en Europe.

HYDRAULIQUE

Les pompes centrifuges multicellulaires à grande élévation. — M. REY passe en revue, dans une communication à la *Société d'Encouragement* (Bulletin de juin 1904), les résultats pratiques obtenus à l'aide des pompes centrifuges multicellulaires, et indique les divers procédés mis en jeu pour résoudre les problèmes que présente ce genre de machines. Il rappelle tout d'abord les méthodes créées par M. Rateau pour l'étude des pompes centrifuges, méthodes qui ont aidé au perfectionnement de ces appareils, notamment pour les grandes hauteurs d'élévation.

L'auteur examine ensuite les pompes multicellulaires électriques à haute élévation, qui ont été surtout employées jusqu'ici dans les mines. Ces pompes se subdivisent en deux grandes catégories : les pompes de fond, placées à poste fixe et généralement à axe horizontal; les pompes de fonçage ou d'avalement, à axe vertical. Il étudie également les turbo-pompes à vapeur, puis la combinaison d'une pompe centrifuge multicellulaire avec une turbine hydraulique (turbo-pompes hydrauliques).

D'après M. REY, les exemples qu'il donne démontrent d'une façon convaincante que le système des pompes multicellulaires, dû à M. Rateau, peut s'appliquer à la plupart des cas de la pratique, quelle que soit la nature du moteur qui actionne la pompe.

La souplesse de ces pompes leur permet d'utiliser la commande électrique sous ses formes les plus variées, aussi bien avec le courant continu qu'avec le courant triphasé, à moyenne et faible fréquence. La commande par les turbines à vapeur donne des ensembles d'un excellent rendement, très compacts, et dont l'économie, aussi bien de premier établissement que d'entretien, serait remarquable.

Enfin, elles se combinent également avec les turbines hydrauliques, lorsque la hauteur des chutes permet de réaliser des appareils à vitesse angulaire suffisamment élevée.

MATÉRIAUX DE CONSTRUCTION

Le finissage des surfaces extérieures en ciment. — Les travaux en ciment ou en béton, dans lesquels ces matériaux forment parement extérieur, ont l'inconvénient de présenter une surface très inégale sous le rapport de la texture, du grain et de la couleur. Cet inconvénient les fait souvent rejeter ou oblige à employer des enduits ou revêtements coûteux. Dans l'*Engineering News*, du 25 août, MM. A. W. BUEL et Charles S. HILL exposent les résultats des essais qu'ils ont faits en vue d'échapper à cette sujétion et d'obtenir du premier coup une surface d'aspect satisfaisant.

Ils étudient d'abord les causes de la rugosité et de l'inégalité de couleur. Ces causes seraient la présence de défauts et la malpropreté des bois employés à la confection des moules, le peu de soin avec lequel ceux-ci sont montés, le défaut d'homogénéité et de propreté du béton ou du ciment qui n'ont pas été mélangés ni damés assez également. Il convient

aussi d'employer toujours du ciment de même origine et de même qualité.

Bien que toutes ces précautions aient été prises, la surface peut présenter encore des inégalités et les auteurs attribuent ce résultat à la façon différente dont se formerait la chaux hydratée existant dans le ciment pris; ces différences se traduisent extérieurement par des incrustations et des efflorescences de couleurs et d'aspect très divers selon la proportion d'eau employée et vraisemblablement la température et l'état hygrométrique de l'air.

Ces causes ayant été reconnues, les auteurs donnent des règles pour la construction des moules et le façonnage économique des enduits et bossages.

Le meilleur moyen d'éviter les efflorescences serait évidemment d'employer un béton de composition constante, que certaines bétonnières doseuses-mélangeuses fournissent bien il est vrai, et de le disposer très également et avec soin, ce qui est plus difficile et exige, de la part des ouvriers, une habileté et une attention excessives auxquelles on ne saurait s'attendre.

Faute de mieux, on passe vigoureusement sur la surface des brosses dures trempées dans une solution chlorhydrique à un sixième d'acide ordinaire, et on la rince immédiatement à grande eau pour éviter la pénétration de l'acide à l'intérieur du béton.

PHYSIQUE INDUSTRIELLE

Mesure de la chaleur emportée par les gaz d'échappement dans les moteurs à gaz. — Les seules grandeurs qui fassent l'objet d'une mesure dans les moteurs à explosion sont généralement : la puissance calorifique du gaz ou de l'huile, le travail indiqué et la chaleur emportée par l'eau de circulation.

On admet que toute la chaleur qui n'est pas transformée en travail ou employée à échauffer l'eau est dissipée par rayonnement et conductibilité ou emportée par les gaz d'échappement sans savoir au juste ce qui est attribuable à chacune de ces causes. La question a cependant un certain intérêt en ce qui concerne l'augmentation de rendement dont ces machines sont susceptibles. C'est pour y répondre que M. B. HOPKINSON a entrepris de mesurer directement la chaleur emportée par les gaz brûlés; le calorimètre qui lui a servi et la méthode employée sont décrits dans un mémoire présenté à la dernière réunion de la British Association et que reproduit l'*Engineering*, du 26 août.

Les essais ont été faits sur une machine Crossley de 5 chevaux d'un type un peu vieilli, il est vrai, mais la méthode et le calorimètre, qui est de construction très robuste, sont susceptibles d'application à des moteurs plus puissants moyennant quelques modifications faciles à imaginer. Avec ce moteur on a constaté que par radiation et conductibilité il ne se perd pas plus de 10 % de la chaleur fournie.

TRAVAUX PUBLICS

Ascenseur hydraulique pour bateaux, sur le Trent Canal, à Peterborough, province d'Ontario (Canada). — Cet ascenseur rachète une différence de niveau du plan d'eau de 19^m 80; c'est le premier ouvrage de ce genre qui ait été construit en Amérique; on sait qu'il en existe plusieurs exemples en Europe (1). Sa description est donnée par M. J. MAC CLELLAND, dans l'*Engineering Record*, du 13 août.

Dans le nouvel ouvrage, on a eu non-seulement en vue de rattraper une différence de niveau assez grande, ce qui aurait pu être obtenu aisément par l'emploi de cinq étages d'écluses ordinaires, mais aussi de réduire la durée de l'écluse total. On évite ainsi l'encombrement qui n'eût pas manqué de se produire, dans cette partie du canal, avec des écluses aussi nombreuses et aussi rapprochées. La solution consistant à doubler le canal et les écluses eût été une solution beaucoup plus coûteuse que l'ascenseur, à la fois comme prix d'établissement et comme frais d'exploitation.

Étant données les raisons qui ont déterminé le choix de cette solution, on a pris les dispositions nécessaires pour réduire la durée de l'écluse autant que possible. L'ascenseur est double, c'est-à-dire avec deux caisses réservoirs à mouvement indépendant, ayant chacune un seul piston moteur; les portes, qui sont équilibrées et mobiles autour de charnières horizontales, s'ouvrent en dedans et sont manœuvrées automatiquement par paires de la cabine de commande surélevée sur le pilier de guidage

(1) Voir le *Génie Civil*, t. III, n° 8, p. 476; t. IV, n° 7, p. 161; t. XIV, n° 40, p. 145; t. XXII, n° 11, p. 161, et t. XXXV, n° 23, p. 369.

médian. Dans cette cabine, se trouve l'unique mécanicien qui conduit les manœuvres.

Le jeu entre les parties fixes et le réservoir mobile est de 5 centimètres; au moment de la communication, le joint est fait par un bandage pneumatique en caoutchouc, dans lequel on injecte de l'air comprimé à 0^m7 par centimètre carré.

Les caisses réservoirs sont placées dans une sorte de berceau en treillis métallique, soutenu en son milieu seulement par le piston; ce berceau est formé, par conséquent, de poutres principales en cantilever. Les guidages sont situés, les uns vers le milieu de la longueur, au droit du piston, dans des piliers en maçonnerie de béton, et les autres dans deux bajoyers placés du côté du bief le plus élevé.

La charge utile élevée est de 13 000 tonnes; la charge totale, y compris le poids de la caisse réservoir, du berceau et du piston, est de 17 000 tonnes.

Les travaux de réfection du pont du Mont-Blanc, à Genève. — Le pont du Mont-Blanc, qui traverse le Rhône, à Genève, date de 1862. Il se compose d'une série de travées continues en poutres pleines à hauteur variable, la membrure inférieure affectant la forme d'un arc surbaissé entre deux piles en maçonnerie, et la membrure supérieure horizontale portant le tablier. Celui-ci était constitué par des dalles en grès qui reposaient sur des longerons en V renversés.

Depuis longtemps l'insuffisance des moyens de dilatation et la faiblesse des poutres principales avaient provoqué des déformations permanentes qui ont décidé la ville de Genève à procéder à une réfection complète de l'ouvrage, permettant en même temps son élargissement.

Après avoir fait étudier divers projets de ponts métalliques ou en béton armé, l'administration adopta, en juin 1902, le projet de M. Autran, comportant également des poutres métalliques continues.

La charpente métallique nouvelle comprend sept poutres principales en tôle pleine, espacées de 2^m92, et formant douze travées continues d'environ 20 mètres de portée. Le pont a une longueur de 252 mètres. La hauteur des poutres varie entre 1^m70 aux naissances et 0^m65 à la clef des arches. Leur liaison est réalisée par des entretoises qui portent les longerons secondaires sur lesquels repose le tablier en béton armé.

Le pont est ancré sur la pile centrale au moyen d'un appui fixe à rotule, et se dilate à chaque extrémité par des chariots de dilatation également à rotules. Des joints à recouvrement permettent au tablier de suivre ces mouvements.

La largeur de l'ouvrage a été portée de 16 à 19 mètres; les trottoirs ont chacun 3^m60 et sont avec un porte-à-faux de 0^m80; ils sont supportés dans cette partie par des consoles en fer.

Les travaux de démolition ont commencé en janvier 1903; l'opération a été conduite en trois périodes, pour laisser un passage aux piétons et au tramway, et le pont était entièrement rendu à la circulation en novembre 1903.

D'après une note publiée par M. AUTRAN, dans la *Schweizerische Bauzeitung*, du 3 septembre, le poids de la charpente métallique s'élève, tout compris, à 1176 tonnes, soit environ 243 kilogr. par mètre carré de tablier.

Le montant de ces travaux s'est élevé à 778 000 francs, c'est-à-dire à peu près 160 francs par mètre carré de tablier.

Barrage en bois de la Penobscot River (États-Unis). — Dans l'*Engineering News*, du 1^{er} septembre, M. J. W. TOWER donne des renseignements généraux et des détails sur la construction d'un barrage en bois de charpente, avec remplissage en pierres et gravier, qui a été établi à l'entrée du lac Chesuncook dans la Penobscot River. La chute d'eau fournit la force motrice à une fabrique de pâte à papier et à une papeterie situées à 56 kilom. en aval, dans lesquelles on produit 300 tonnes de papier à journaux par jour.

Le mode de construction qui a été adopté est justifié par ce fait que le fleuve est le siège d'un flotage de bois très important, et qu'il a fallu aménager un grand nombre de vannages et de panneaux mobiles dans le barrage, pour ne pas entraver ce flotage.

La longueur totale de l'ouvrage est de 457 mètres; la portion centrale, où sont disposées les vannes, a 15^m20 de largeur à la base, et 8 mètres de hauteur au-dessus du fond; les dimensions analogues des ailes sont respectivement : 11 mètres et 4^m90.

Ouvrages récemment parus.

Traité pratique des emplois chimiques du bois, par M. KLAR, Ingénieur-chimiste de la Société Meyer, de Hanovre-Hainholz; traduit de l'allemand par le docteur L. GAUTIER. — Un volume, grand in-8°, de 342 pages, avec 59 figures. — Béranger, éditeur, Paris, 1904. — Prix: relié, 15 francs.

La distillation du bois ou sa carbonisation en vases clos, en vue de l'obtention de l'acide acétique, de l'alcool méthylique, de l'acétone et autres produits, a pris depuis quelques années une importance considérable.

L'industrie des matières colorantes dérivées du goudron de houille, et la dénaturation de l'alcool éthylique, consomment une grande quantité d'esprit de bois, tandis que la fabrication des poudres sans fumée exige l'emploi de l'acétone qui n'était autrefois qu'un produit sans valeur industrielle. La préparation du vinaigre de table, la fabrication des acétates, etc., emploient des quantités considérables d'acide acétique. Enfin la formaldéhyde, le chloroforme et l'iodoforme, la créosote et le gaiacol, ont également pour point de départ les produits résultant de la distillation du bois.

L'ouvrage de M. Klar, augmenté par le docteur Gautier des instructions relatives à l'essai du méthylène d'après les méthodes de la régie française, traite d'une façon approfondie toutes les questions relatives à cette distillation: historique de la distillation du bois chez les différents peuples, étude des matières premières (bois, chaux vive, acide sulfurique, combustibles); modifications chimiques subies par le bois dans la carbonisation sèche et conduite de l'opération dans une usine; projet d'une usine de carbonisation; traitement des produits bruts de la carbonisation (goudron, acétate de chaux, esprit de bois, charbon de bois); analyses de chaque matière première et de chaque produit fabriqué.

Il se termine par une liste des brevets allemands (jusqu'en 1902) concernant la carbonisation du bois, l'acide acétique, l'acétone et l'esprit de bois.

Etude sur les résonances dans les réseaux de distribution par courants alternatifs, par G. CHEVRIER, Ingénieur à la Compagnie du Secteur de la Rive gauche, à Paris. — Une brochure in-8° de 74 pages. — L'*Éclairage électrique*, éditeur, Paris, 1904. — Prix: 2 fr. 50.

La question des résonances dans les circuits de courants alternatifs a fait l'objet d'un certain nombre de mémoires, notamment de la part de M. Maurice Leblanc, publiés à des dates diverses dans les revues d'électricité; mais chacun de ces mémoires vise moins un exposé général de la question que l'étude de cas particuliers, de sorte que les connaissances d'ensemble sur ce sujet, généralement à peine abordé dans les traités d'électrotechnique, font souvent défaut au lecteur.

M. Chevrier a donc cherché, dans cet opuscule, à coordonner méthodiquement les connaissances déjà acquises, en dégagant des équations et des formules la réalité physique des phénomènes, ou, tout au moins, les hypothèses qui peuvent expliquer ces formules. Aussi a-t-il fait précéder l'étude analytique des résonances électriques par celle des résonances mécaniques, qui sont d'ordre moins abstrait.

Cet ouvrage est divisé en trois chapitres: exposé de la théorie des mouvements oscillatoires, application de cette théorie au cas des circuits avec capacité et self, résonances dans les circuits de distribution, génération des harmoniques par les récepteurs, résonances locales, moyens préventifs et contrôle du réseau.

Moteurs à gaz (Théorie et pratique), par Ch. VIGREUX et Ch. MILANDRE, Ingénieurs civils. — Un volume in-8° de 100 pages, avec 30 figures. — Bernard, éditeur, Paris, 1904. — Prix: 20 francs avec l'atlas.

Dans ce fascicule de la série d'ouvrages compris sous le titre d'Art de l'Ingénieur, les auteurs, avec la collaboration de M. C. Birault, Ingénieur des Arts et Manufactures, ont passé en revue la théorie et la pratique des moteurs à gaz.

Après avoir résumé l'histoire et donné la classification des cycles et des types de moteurs correspondants (à explosion, avec ou sans compression, à combustion avec compression, moteurs atmosphériques, moteurs rotatifs), ils étudient les rendements pratiques et leurs causes d'abaissement; puis ils dé-

crivent en détail les principaux types de moteurs (à 2, 4 ou 6 temps, etc.).

Le projet détaillé d'un moteur à gaz de ville, de 160 chevaux, à deux cylindres, puis la description de deux moteurs à gaz pauvre à un cylindre, types Charon et Winterthur, et enfin la description de quelques systèmes de gazogènes, terminent l'ouvrage.

INFORMATIONS

Concours d'installation de chambres d'hôtels.

Le *Génie Civil* a récemment annoncé (1) l'organisation de la VII^e Exposition internationale de l'Automobile, du Cycle et des Sports, qui aura lieu à Paris, du 9 au 25 décembre prochain, au Grand-Palais.

Conformément à la délibération du Comité de l'Automobile-Club de France, il sera organisé, pendant cette Exposition, un Concours international d'installation de chambres d'hôtels, destiné à encourager la création de chambres conformes aux besoins des touristes et aux lois de l'hygiène. On s'efforcera de réunir, avec le moins de frais possible, tous les perfectionnements de ce genre, de façon à en faciliter l'adoption par les hôteliers.

Le concours comprendra l'installation complète de trois types de chambres et annexes; les concurrents auront la faculté de présenter soit l'ensemble des trois types, soit l'un quelconque d'entre eux.

TYPE A. *Hôtel de premier ordre pour grande ville ou ville d'eaux*: chambre, cabinet de toilette et water-closets.

TYPE B. *Hôtel moyen pour ville secondaire*: chambre, cabinet de toilette, water-closets.

TYPE C. *Auberge*: chambre et water-closets.

Le prix de chaque type devra être indiqué, et il sera tenu le plus grand compte de cet élément dans la décision du Jury.

Les concurrents s'inscriront avant le 5 octobre 1904, et devront joindre à leur demande une maquette indiquant les installations qu'ils désirent exécuter.

Les prix à décerner sont:

1^o Grand prix d'honneur de l'A. C. F. (5 000 francs et médaille d'or);

2^o Type A: Grand prix (2 000 francs et médaille d'or); médailles de vermeil, argent et bronze;

3^o Type B: mêmes récompenses.

4^o Type C: Grand prix (1 000 francs et médaille d'or); médailles de vermeil, argent et bronze.

5^o Prix spécial de l'Association générale Automobile, accordé à l'installation la mieux comprise et la plus économique: 1 000 francs et médaille d'or (2).

Le trafic du canal « Kaiser-Wilhelm » en 1903-1904.

Les renseignements statistiques relatifs au trafic du Canal de Kiel pendant le dernier exercice (avril 1903-avril 1904) ont été récemment publiés par l'administration allemande, et nous en extrayons quelques chiffres qui complètent les indications déjà données sur ce sujet par le *Génie Civil* (3).

Pendant cet exercice, 32.038 navires, avec un tonnage net de 4.990.287 tonnes, et 2.485 passagers seulement, ont acquitté les droits de passage. Sur ce nombre, on comptait 13.945 vapeurs, représentant 3.894.000 tonnes.

Les pavillons maritimes étaient représentés comme suit: Allemagne, 26.996 navires (2.954.247 tonnes); Angleterre, 574 navires (449.592 tonnes); Belgique, 29 navires (9.164 tonnes); Danemark, 1.562 navires (507.733 tonnes); France, 15 navires (4.533 tonnes); Pays-Bas, 1.188 navires (276.611 tonnes); Norvège, 329 navires (165.514 tonnes); Russie, 410 navires (316.705 tonnes); Suède, 1.198 navires (283.881 tonnes).

(1) Voir le *Génie Civil*, t. XLV, n° 46, p. 272.

(2) Pour renseignements, s'adresser à l'Automobile-Club de France, 6, place de la Concorde, Paris.

(3) Voir le *Génie Civil*, t. XXXVI, n° 26, p. 424, et t. XLIII, n° 43, p. 204.

Le Gérant: H. AVOIRON.

LE GÉNIE CIVIL

REVUE GÉNÉRALE HEBDOMADAIRE DES INDUSTRIES FRANÇAISES ET ÉTRANGÈRES

Prix de l'abonnement par an. — Paris : 36 francs; — Départements : 38 francs; — Étranger et Colonies : 45 francs. — Le numéro : 1 franc.

Administration et Rédaction : 6, rue de la Chaussée-d'Antin, Paris.

SOMMAIRE. — **Électricité** : La traction par courant alternatif simple, système Winter-Eichberg, p. 369. — **Industries textiles** : L'industrie de la Schappe, p. 372; Francis MARRE. — **Mécanique** : Moteurs à gaz construits par la Société Française de Constructions Mécaniques (*planche XXIV*), p. 375; Ch. DANTIN. — **Résistance des matériaux** : Nouvelle détermination géométrique des efforts dans les poutres droites à travées continues, p. 379; Farid BOULAD. — **Variétés** : Emploi du rail à patin retourné comme

troisième rail, p. 380; — Récepteur télégraphique électro-capillaire Orling-Armstrong, p. 380; — L'exploitation à grande vitesse des chemins de fer, p. 380; — Calibre pour le tracé des hexagones, p. 381.

SOCIÉTÉS SAVANTES ET INDUSTRIELLES : Académie des Sciences (26 septembre 1904), p. 382.

BIBLIOGRAPHIE : Revue des principales publications techniques, p. 382; — Ouvrages récemment parus, p. 384.

Planche XXIV : Moteur à gaz de 1200 chevaux, construit par la Société Française de Constructions Mécaniques.

ÉLECTRICITÉ

LA TRACTION PAR COURANT ALTERNATIF SIMPLE système Winter-Eichberg.

On sait quelles sont les raisons qui ont orienté vers l'emploi du courant alternatif simple la traction électrique des chemins de fer. Elles

pagnie Westinghouse ⁽¹⁾ et celui de Finzi ⁽²⁾ basés tous deux sur l'emploi de moteurs alternatifs en série. Nous allons décrire aujourd'hui ⁽³⁾ le système Winter-Eichberg, qui a été récemment appliqué par l'Union Elektrizitäts-Gesellschaft sur la ligne de Niederschöneweide-Spindlersfeld, près de Berlin, et sur le chemin de fer du Stuben, près d'Innsbruck (Tyrol).

Le moteur à courant alternatif simple à collecteur et à inducteurs feuilletés excités en série (fig. 2) présente dans sa construction les difficultés suivantes : la commutation est imparfaite (la spire en



FIG. 1. — CHEMIN DE FER ÉLECTRIQUE DE SPINDLERSFELD A NIEDERSCHÖNEWEIDE : Vue d'une voiture motrice.

ont été exposées dans les précédents articles qu'a publiés le *Génie Civil* en décrivant les principaux systèmes déjà essayés.

Ces systèmes sont, les uns indirects, les autres directs. Parmi les systèmes indirects nous rappellerons celui des ateliers d'Oerlikon, qui consiste à transformer, sur le train même, le courant alternatif en courant continu, et celui d'Arnold ⁽¹⁾, qui comporte un dispositif électropneumatique permettant d'utiliser le moteur à courant alternatif ordinaire. Aux systèmes directs appartiennent celui de la Com-

court-circuit se trouvant dans un champ variable), et le décalage est généralement important, en raison de la self-induction de l'induit, qui forme un solénoïde dont l'axe est perpendiculaire à celui de l'inducteur; ses lignes de force A (fig. 2) sont perpendiculaires à la direction générale du champ H.

On obvie à ces difficultés de la façon suivante : l'induit est réuni au collecteur par des connexions résistantes, qui limitent le courant dans

⁽¹⁾ Voir le *Génie Civil*, t. XLII, n° 4, p. 11.

⁽²⁾ Voir le *Génie Civil*, t. XLIV, n° 18, p. 287.

⁽³⁾ D'après les *Annalen für Gewerbe und Bauwesen*.

⁽¹⁾ Voir le *Génie Civil*, t. XLIII, n° 23, p. 395.

la spire en court-circuit; et l'inducteur est divisé par des rainures comme le montre la figure 2, afin de réduire le champ transversal.

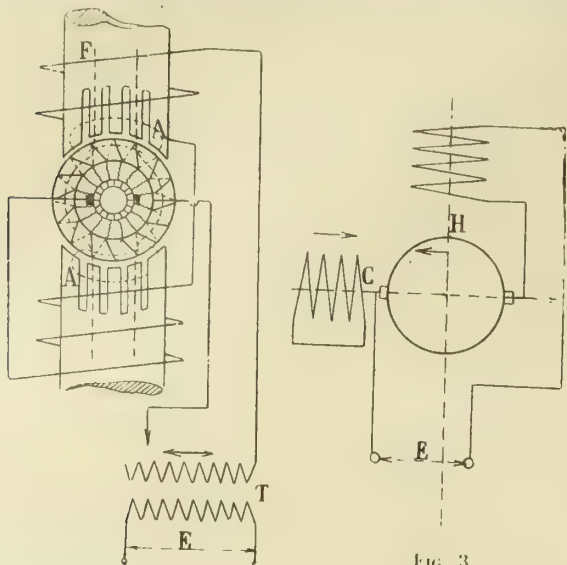


FIG. 2. — Schéma d'un moteur-série. Enroulement compensateur.

On peut réduire la self-induction de l'induit par l'artifice que représente la figure 3 (tous les schémas ont été, pour plus de simplicité, rapportés à des machines bipolaires), c'est-à-dire par une grande bobine C de compensation, qui, mise en court-circuit, forme avec l'induit un transformateur dont l'enroulement exerce un effet

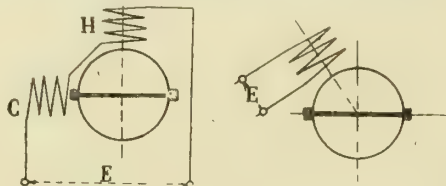


FIG. 4 et 5. — Schémas de moteurs à répulsion.

démagnétisant par rapport au champ de l'induit. (En pratique, cette construction comporte, non pas des pôles saillants, mais un inducteur continu et feuilleté, analogue au stator d'un moteur polyphasé.) Mais des deux enroulements d'un transformateur, on peut choisir à volonté l'un ou l'autre comme primaire, et par suite adopter la disposition de la figure 4, les balais étant mis en court-circuit. L'inducteur H et l'enroulement compensateur C, parcourus par le même courant, se comportent comme un enroulement unique E (fig. 5) placé dans la direction de leur résultante.

Cette disposition est celle du moteur à répulsion, qui se comporte comme un moteur en série, la self-induction de l'induit est compensée, et les difficultés de commutation s'éliminent.

Néanmoins, le moteur ainsi disposé ne satisfait pas entièrement aux desiderata d'un moteur de traction: on ne peut changer son sens de rotation et sa vitesse qu'en décalant les balais, ou, s'il est alimenté en haute tension, qu'en agissant directement sur le circuit à haute tension, inconvé-

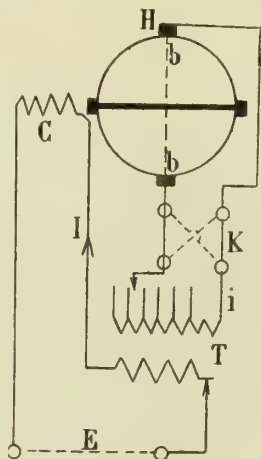


FIG. 6. — Schéma du moteur Winter-Eichberg.

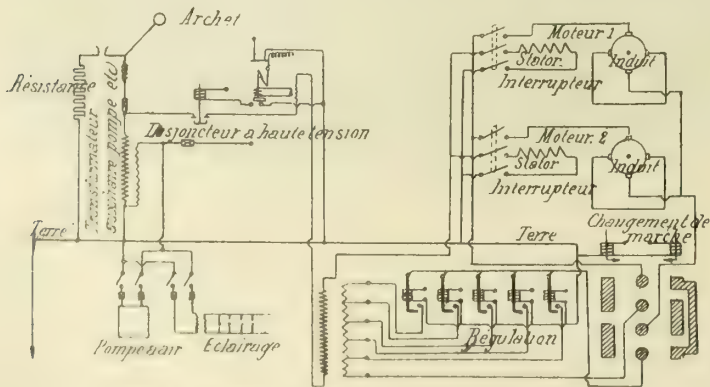


FIG. 7. — Schéma des connexions sur la voiture.

nients auxquels MM. Winter et Eichberg ont cherché à parer de la façon suivante:

L'induit, toujours semblable à celui d'un moteur à courant continu, est pourvu de deux paires de balais à angle droit. L'enroulement H des figures 3 et 4 est disposé, non sur l'inducteur, mais sur l'induit; et le courant d'excitation amené à ses bornes bb (fig. 6) est emprunté



FIG. 8. — Vue de la ligne aérienne montrant la suspension des conducteurs.

au secondaire d'un transformateur T à rapport variable, dont le primaire est intercalé dans le circuit principal. Le courant d'excitation i est à peu près en phase avec I , et sa tension est variable à volonté, ce

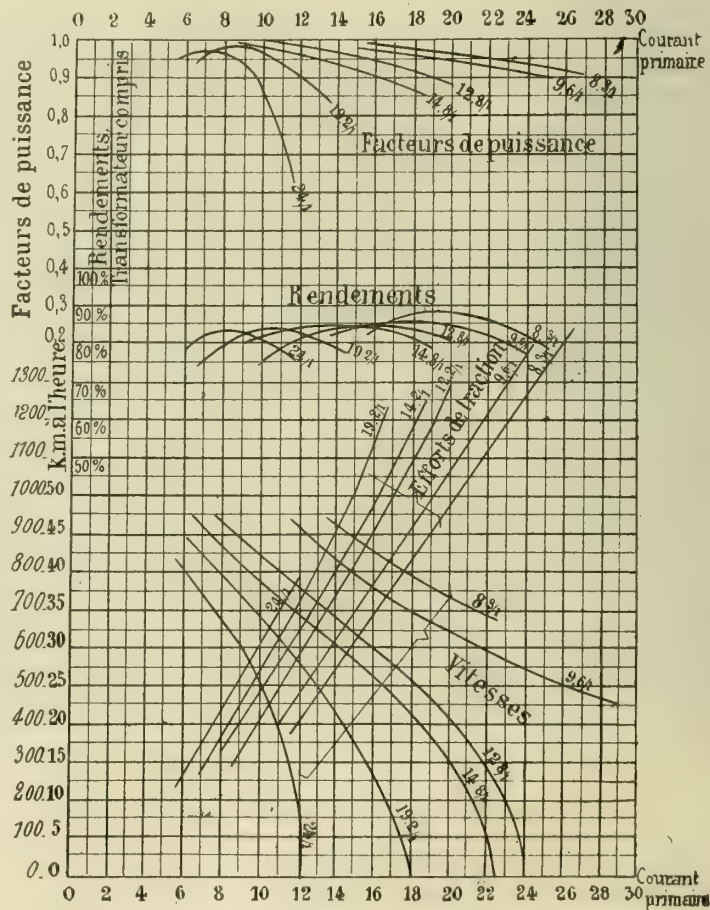


FIG. 9. — Caractéristiques d'un moteur Winter-Eichberg.

qui permet une régulation facile. Un commutateur K sert au changement de marche.

On peut d'ailleurs démontrer que, moyennant une valeur conve-

nable du rapport de transformation, le décalage est pratiquement nul pour toutes les vitesses.

La figure 9 montre d'ailleurs les résultats d'essai d'un moteur, et une expérience de six mois a montré que les collecteurs et balais se comportent comme ceux des meilleurs moteurs à courant continu.

On voit par les courbes d'efforts de traction (fig. 9) que le moteur possède toutes les caractéristiques du moteur continu en série, et qu'en particulier l'effort, maximum au démarrage, décroît lorsque la vitesse augmente. La régulation ne donne lieu à aucune perte rhéostatique, de sorte que, lorsque les stations ne sont pas trop espacées, le rendement moyen du moteur alternatif est équivalent à celui du moteur à courant continu, bien que son rendement maximum soit un peu moindre.

La ligne de Niederschöneweide-Spindlersfeld, sur laquelle se trouve installé ce système de traction, a 4 082 mètres de longueur. La seule station intermédiaire, Obersprée, est située à 2^{km} 2. Une rampe de 2 ‰ se trouve entre les points 2,4 et 2,923. Le reste de la ligne est en palier. Elle comporte quatre courbes de 300 mètres de rayon et d'une longueur totale de 697^m 6.

Le service par trains à vapeur se faisait par un départ toutes les heures, avec trains ouvriers intercalés le matin et le soir. Depuis le 4 juillet, le service est, à part quelques trains, fait électriquement, d'après l'ancien horaire. Le service de jour se fait avec une seule voiture motrice. Le matin et le soir, les trains ouvriers comprennent deux voitures motrices et trois remorques intercalées, chaque train pesant 170 tonnes et contenant 260 places.

Le courant est envoyé au fil aérien par la station centrale de Niederschöneweide, sous la tension de 6 000 volts et à la fréquence 25. Une cabine de connexion, située au point de jonctionnement, renferme quelques appareils de mesure (compteur, voltmètre et ampèremètre), un interrupteur à huile, les coupe-circuits et parafoudres. L'un des parafoudres, monté sur le câble d'alimentation, le protège contre les surtensions pouvant résulter de la fermeture ou de l'ouverture brusque du circuit. L'autre est connecté au fil aérien.

Pour une ligne à très longue distance, cet ensemble serait complété

par un transformateur-réducteur, mais ne serait pas plus compliqué, les appareils de mesure étant même probablement supprimés.

La ligne aérienne présente une disposition spéciale : le conducteur

en cuivre est suspendu de 3 en 3 mètres, par des fils verticaux, à un fil d'acier qui sert de support (fig. 8 et 14). On peut ainsi réaliser une économie dans l'installation, grâce à la grande portée du fil d'acier et à la réduction du nombre de poteaux, tout en obtenant une ligne de contact à peu près rectiligne : la flèche, toujours faible, est positive pendant les chaleurs et négative dans l'hiver.

L'emploi du fil de suspension procure d'ailleurs une sécurité qu'on ne pourrait obtenir par le fil de cuivre seul. Si le conducteur se

La figure 1 représente une voiture motrice, montée sur deux bogies à trois essieux chacun. Chacune de ces voitures est pourvue de deux moteurs dont la puissance unitaire atteint 100 à 120 chevaux, et dont les figures 10 à 12 indiquent les dimensions générales. Ces deux moteurs sont montés sur le même bogie.

Si le train comprend plusieurs voitures motrices, les circuits de commande sont réunis en parallèle, de sorte que l'ensemble peut être commandé d'un même point.

Le manipulateur a deux cylindres, dont l'un correspond au réglage de la vitesse et l'autre au changement de marche. Ce dernier ne peut être déplacé que lorsque le premier est au point mort. La manette est pourvue d'un bouton de contact que le wattman doit maintenir constamment appuyé, et qui se trouve dans le circuit du courant de commande. S'il l'abandonne, le courant se trouve coupé dans les moteurs et les freins appliqués. Ce dispositif, déjà employé sur les chemins de fer inter-

urbains à courant continu, a pour effet de prévenir toute défaillance du wattman. Il donne une certaine sécurité, même lorsque ce dernier est seul dans sa cabine.

La prise du courant se fait par archets, montés sur isolateurs en

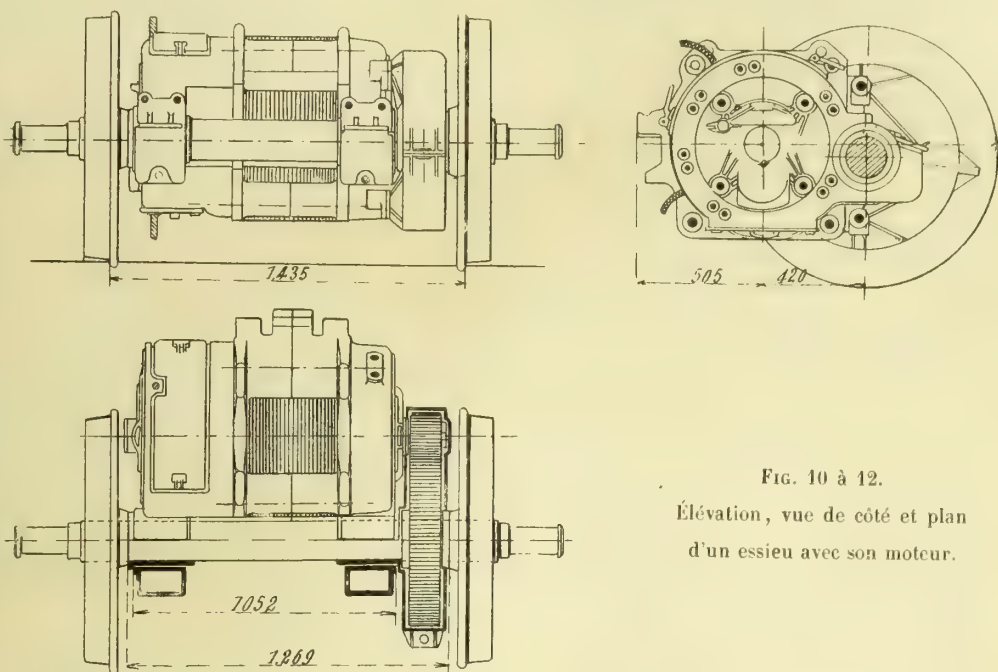


FIG. 10 à 12.
Élévation, vue de côté et plan
d'un essieu avec son moteur.

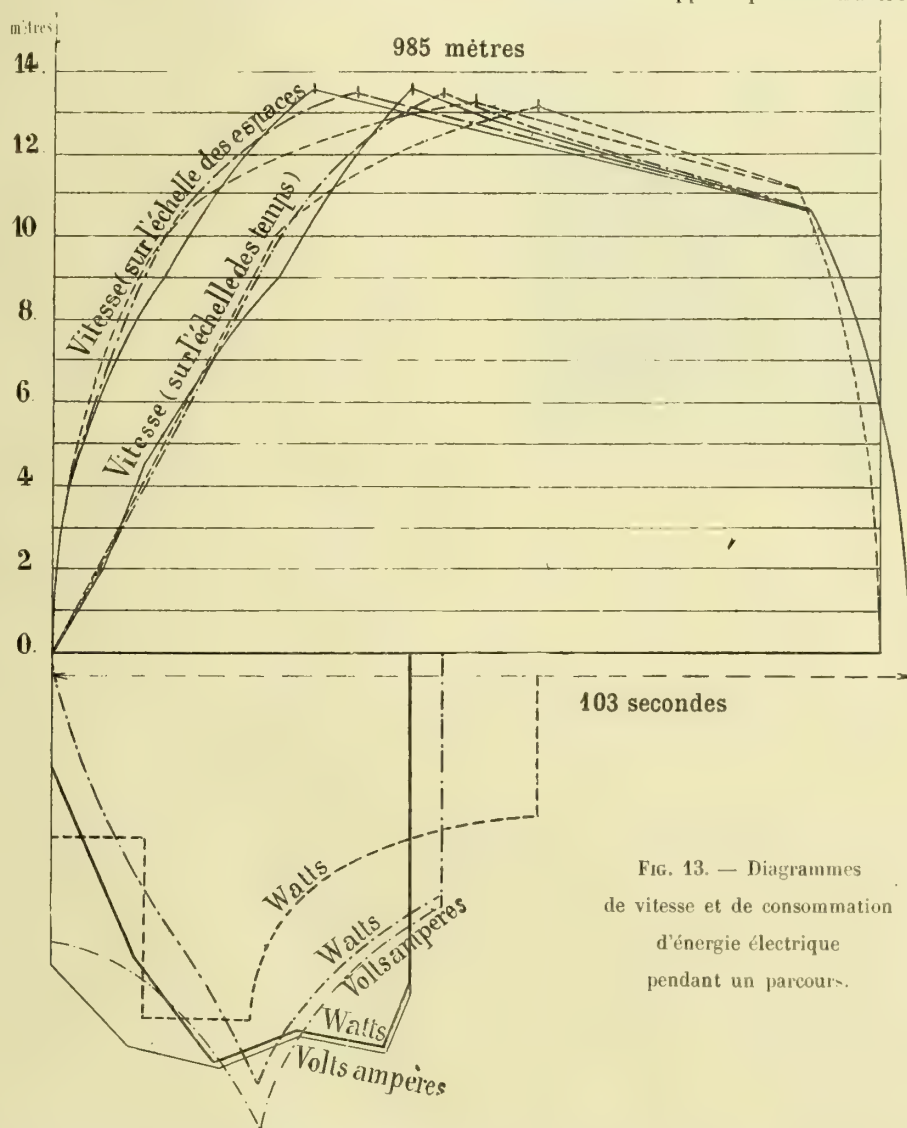


FIG. 13. — Diagrammes
de vitesse et de consommation
d'énergie électrique
pendant un parcours.

porcelaine, et manœuvrés par l'air comprimé. La figure 7 indique le schéma des connexions. Le circuit partant des archets arrive à un parafoudre formé de rouleaux en alliage spécial, et d'une résistance en carbone. Il aboutit ensuite à un disjoncteur à maxima, puis au transformateur d'excitation, à l'inducteur du moteur et enfin à la terre. Chaque moteur est muni d'un interrupteur.

La commande se fait par un dispositif qui rappelle celui des systèmes à unités multiples, et par l'intermédiaire d'un manipulateur qui agit sur une série de cinq solénoïdes, dessinés au bas de la figure (les connexions entre ces solénoïdes et le manipulateur ne sont pas indiquées, afin de ne pas surcharger la figure). Chacun de ces solénoïdes agit sur un interrupteur, qui correspond à un rapport de transformation différent. Le moteur de la pompe à air, le circuit de commande, l'éclairage et le chauffage de la voiture, sont alimentés par un transformateur auxiliaire. Toutes les parties accessibles ne reçoivent que du courant à basse tension. La plupart des appareils à haute tension sont enfermés dans un coffre incombustible, et un verrouillage ne permet de l'ouvrir que lorsque les archets sont abaissés.

Le retour du courant se fait par les rails, qui ont été pourvus d'un éclissage électrique simplifié. Dans le cas du courant alternatif, en effet, la self-induction joue un rôle beaucoup plus important que la



FIG. 14. — Suspension du conducteur aérien en voie courante.

résistance ohmique, et il est probable que pour du courant à 6 000 volts les éclisses ordinaires auraient seules suffi.

La figure 13 est le diagramme d'un parcours d'Oberspreé à Spindlersfeld.

Les courbes en trait plein se rapportent au courant alternatif, les mesures comprenant le courant de la pompe et le courant de commande. L'énergie totale apparente est de 2 675 volts-ampères-heure, l'énergie effective 2 300 watts-heure, soit 45 watts-heure par tonne-kilomètre ($\cos \varphi = 0,86$).

Les courbes en trait mixte se rapportent également au courant alternatif, mais sous déduction du courant de la pompe et du courant de commande. Énergie totale apparente, 2 650 volts-ampères-heure. Énergie réelle, 2 400 watts-heure, soit 41 watts-heure par tonne-kilomètre ($\cos \varphi = 0,823$).

Les courbes en trait ponctué ont été calculées dans l'hypothèse de moteurs à courant continu. L'énergie totale, non compris le courant de la pompe et le courant auxiliaire, est de 2 230 watts-heure, soit 43,6 watts-heure par tonne-kilomètre.

La vitesse moyenne de marche était $34^{\text{km}} 4$ à l'heure.

La deuxième ligne sur laquelle ce système a été appliqué est le chemin de fer du Stuben, ligne d'une longueur de $18^{\text{km}} 5$, dont la plus grande partie a des pentes de 4,5 %.

Deux trains circulent toute la journée sur cette ligne avec un intervalle d'une heure et demie. Les trains se composent d'une voiture motrice et de deux remorques; chaque train pesant 40 tonnes à peu près.

La tension est de 2 500 volts, la fréquence de 42 périodes.

F. D.

INDUSTRIES TEXTILES

L'INDUSTRIE DE LA SCHAPPE

Le cardage, le peignage et la filature des déchets de soie permettent d'obtenir des fils qui portent le nom de *schappes* ou *fantaisies*.

L'idée d'utiliser les déchets de soie est ancienne. De tout temps, en Chine et au Japon, on a fait des fils grossiers au moyen des cocons percés, des frisons et de la bourre; en effet, ces déchets, traités par macération de façon à produire une sorte de rouissage qui détruit le grès agglutinant, peuvent être étirés en fils au moyen de rouets ou de fuseaux. Même en France, aux ^{xiii}e et ^{xiv}e siècles, ainsi que le prouvent des règlements de police relatifs à la matière, on fabriquait déjà : la *galette* avec des cocons percés à jour, le *fleuret* ou *floret* avec les frisons filés au rouet, et la *filoselle* avec les bassinets et les divers cocons avariés. En 1667, la Manufacture de Lyon « défendait tout mélange de bonne soie avec les restes de floret, de bourres de soie et de grossiers ».

Mais tous ces fils, obtenus à la main, n'avaient que des rapports lointains avec ceux que produit le tissage mécanique actuel.

La première usine où l'on s'est proposé d'appliquer aux déchets de soie les procédés de la filature mécanique fut créée, il y a un peu plus de cent ans, en Suisse, sur les rives du lac des Quatre-Cantons. La tentative réussit assez mal, et l'entreprise périclita bientôt. En 1815, la Société d'Encouragement à l'Industrie nationale, persuadée qu'il y avait là une industrie d'avenir, mit au concours un prix important devant récompenser l'inventeur d'un procédé pratique pour carder et filer les déchets de soie. Le prix fut décerné en 1819, mais ce n'est guère qu'en 1830 que l'industrie de la schappe acquit un développement appréciable et prit réellement son essor. Elle n'a jamais cessé depuis de progresser, et elle est parvenue aujourd'hui à un rare degré de perfection.

La préparation des soies grèges et ouvrées, à cause de la continuité, de la longueur, et de la grande régularité du fil fourni par le dévidage des cocons, est relativement peu complexe. Il n'en est pas de même de la fabrication des soies de schappe qui met en œuvre des matières de qualités et de dimensions très diverses, et qui doit leur faire subir un nombre assez considérable d'opérations pour les amener à l'état où elles sont aptes à subir le tissage. Par la perfection scientifique de ses méthodes, par la diversité et la précision de son outillage, par l'importance des capitaux qui y sont engagés, enfin par l'esprit de progrès et d'initiative qui anime les manufacturiers qui l'exercent, l'industrie de la schappe mérite d'être placée au rang des grandes industries.

Matières premières. — Selon la provenance, les usines classent les matières premières qu'elles mettent en œuvre, en cinq catégories distinctes : 1° déchets de magnaneries, 2° déchets de filatures, 3° déchets de moulage, 4° déchets de peignage de schappes, ou bourrettes, 5° déchets de dévidage des soies teintes.

Déchets de magnaneries. — Ces déchets sont de natures diverses; ce sont :

1° La *blaze*, ou bourre soyeuse qui entoure le cocon et le fixe sur les brins de bruyère. La blaze d'Europe est peu abondante; la blaze provient surtout de Chine qui depuis dix ans en fournit, en moyenne, 130 000 kilogr. par an. Mélangée souvent de brindilles végétales, la blaze renferme une forte proportion de *grès* (sa perte au décreusage est de 33 à 38 et même 39,5 %). Elle vaut de 1 à 2 francs et 2 fr. 25 le kilogramme suivant qu'elle est en abondance ou non sur le marché;

2° Les cocons avariés ou imparfaits : *chiques*, *faibles* (ou inachevés), *rouillés* (ou tachés), *doubles*, etc., toutes les coques, en un mot, qui se dévideraient mal à la bassine. Ces coques contiennent peu de soie, le poids des chrysalides qu'elles renferment entre généralement pour 60 à 70 % du poids total;

3° Les cocons percés au grainage. A l'époque où les épizooties de *flacherie* et de *pébrine* désolaient les élevages français et où toute la graine était importée du Japon, c'était là un déchet d'origine étrangère très important. Depuis les travaux de Pasteur et l'adoption générale du *grainage cellulaire*, la France fournit des quantités appréciables de *percés*, ayant une teneur en soie de 70 à 83 % pour les bonnes qualités ou *classiques*, et 58 à 69 % pour les qualités ordinaires. Les percés français valent 8 fr. 50 le kilogramme, en moyenne, tandis que les percés d'Italie valent 6 fr. 25 à 7 fr. 25; les percés Japon valent 7 francs à 7 fr. 70; les percés Canton, 6 francs à 6 fr. 25 et les percés Bengale, 4 fr. 50 à 5 fr. 50. Il faut ajouter à ces catégories les percés tussah (Bengale, Chine), qui ont passé d'une valeur originelle de 4 fr. 50 à une valeur actuelle de 8 francs le kilogramme.

Déchets de filatures. — Ce sont surtout les *frisons*, premières vestes soyeuses du cocon, séparées par la purge, avant le dévidage. Ils représentent 25 à 30 % de la soie contenue dans le cocon. Les frisons de France, d'Espagne et d'Italie valent 8 fr. 50 à 9 fr. 50 le kilogramme; ceux de Grèce et de Syrie, 6 francs à 7 fr. 25; ceux de Perse, 5 fr. 75 à

7 fr. 25; ceux de Khokhand et de Boukhara, de 4 francs à 7 fr. 25; ceux de Chine et du Japon se subdivisent, d'après leur teneur en soie, en une grande quantité de sortes ayant chacune leur valeur propre, et dans le détail desquelles il serait beaucoup trop long d'entrer ici.

Le frison est le premier et le plus important déchet de dévidage, mais il n'est pas le seul. Il faut citer encore : les *pelettes* ou *telettes* contenant 10 % de leur poids de soie et qui sont les cocons presque épuisés, et les *bassinés* valant 2 francs le kilogramme qui sont ce qui reste du cocon quand le dévidage n'est plus possible, et bien que le cocon contienne encore 40 % de son poids de soie.

Déchets de moulinage. — L'ouvraison des grèges produit un déchet, ou *bourre*, dont la valeur et la teneur en soie sont très diverses selon l'origine.

Déchets de peignage. — La *bourrette* est produite par le peignage des schappes; elle n'a pas grande valeur et ne peut servir qu'à la préparation des fils de qualités ordinaires.

Déchets de soie teinte. — Ils ne constituent qu'une faible partie des matières premières employées; comme ils proviennent de soies de bonnes qualités, ils ont beaucoup de brillant et d'éclat.

On voit, par cette rapide énumération, combien diverses sont les sources auxquelles s'alimente l'industrie de la schappe. Il faut ajouter que, le plus souvent, les déchets ont un aspect peu en rapport avec leur valeur, et qu'il faut aux courtiers comme aux industriels beaucoup d'habileté et d'habitude pour les classer à l'œil et pour estimer leur valeur marchande avec toute la précision requise, soit une approximation de 0,5 %.

Travail de la schappe. — Dans ce qui va suivre, nous décrirons, en même temps que les opérations, les machines qui les accomplissent quand celles-ci présentent quelques particularités méritant de fixer plus spécialement l'attention. Les principaux constructeurs de ces machines sont les maisons Bouvier et Neyret-Brenier, à Grenoble, qui se sont, en quelque sorte, spécialisées dans cette branche de la construction mécanique.

Tablant sur un assortiment normal de douze machines peigneuses, avec leurs machines accessoires, il faut prévoir qu'une usine de peignage doit disposer d'une puissance de 40 chevaux et de 300 à 400 mètres cubes d'eau par journée de dix heures, pour une production totale de 260 kilogr. en matières riches et de 120 kilogr. en matières basses.

DÉCREUSAGE. — Les déchets, avant de subir les opérations de cardage, peignage et filature proprement dite, doivent en général subir un travail préparatoire. Les matières riches, telles que frisons, noshitos, kibitzos supérieurs, grèges (doubles, percés ou peignés) vont directement aux cuves de cuisson ou de macération sans aucune opération préalable. Pour les frisons, on fait une ouvraison à la main consistant à dénouer les paquets et à regonfler les flottes. Pour les matières inférieures, qui sont généralement roulées, chargées en chrysalides et en corps étrangers, il est nécessaire de faire précéder le décreusage d'un *broyage* et d'un *nettoyage*. Cette double opération se fait au moyen de deux machines : la broyeuse et la nettoyeuse.

La *broyeuse à pointes* a pour effet de concasser la chrysalide, d'assouplir les parties roulées et de briser dans une certaine mesure les pailles, bois, pierres, etc. qui se trouvent très souvent mélangés aux déchets inférieurs ou secondaires. La *nettoyeuse à pointes* a pour effet de regonfler la matière soyeuse et de la purger de toutes les parties broyées.

Par l'emploi de ces machines, on arrive à passer au décreusage des déchets plus propres, et on obtient une matière décreusée plus claire, passant mieux aux machines de peignage, et produisant aussi moins d'usure dans les aiguillages. Une machine de chaque type suffit pour une fabrication correspondant à un assortiment de douze peigneuses.

Le décreusage proprement dit a pour objet de soumettre les déchets à un traitement chimique capable de les ramollir, de les ouvrir, et de rendre le peignage possible. L'opération est absolument subordonnée aux genres et emplois des fils que l'on veut produire.

Les matières sont d'abord mises en cuve : sous l'influence de l'eau portée à une température plus ou moins élevée et additionnée ou non de savon, les déchets perdent une partie de leur grès, les fibres se dégagent peu à peu, les corps étrangers, et notamment les chrysalides, se séparent. Si l'on veut produire de la fantaisie plus ou moins blanche, l'emploi du savon est indispensable.

Pour l'article schappe, qui est le grand article de consommation, les déchets sont traités en cuve par la fermentation, avec ébullition préalable ou sans ébullition, avec des eaux dont la température varie de 60 à 100 degrés centigrades. Chaque genre de déchets exige une température et une durée de cuve spéciales. Pour des indications précises, il est donc nécessaire de connaître les déchets à traiter et aussi l'article auquel sont destinés les fils.

Le matériel de décreusage se compose de bâches pour préparer et chauffer les eaux des cuves à macération ou à ébullition, de laveuses, essoreuses, et de séchoirs ou étuves.

Les déchets inférieurs, après décreusage, peuvent être traités à

l'acide pour carboniser les matières végétales qu'ils contiennent. Cette opération assez délicate, dite *carbonisation*, se fait après le lavage et l'essorage, et nécessite ensuite un nouveau lavage et un triple essorage suivant le procédé de désacidation qui a été employé; il importe en effet de débarrasser complètement la soie de l'acide qui reste sur les fibres après l'étuvage. La désacidation se fait : soit directement, en envoyant dans l'étuve des vapeurs d'ammoniaque, et alors la désacidation n'est pas complète mais suffisante, soit en trempant, après l'étuvage, les matières dans un bain alcalin qui neutralise l'acide resté dans les fibres.

Les déchets inférieurs sont généralement décreusés par ébullition prolongée pendant neuf à dix heures dans une solution de savon à 1 ou 2 %; les cocons sont décreusés par macération et fermentation, ainsi que les frisons; quant aux cocons et surtout aux percés, ils sont foulonnés en eau savonneuse par un appareil appelé *stampido* : l'efficacité de ce mode de décreusage semble tenir à la présence d'une petite quantité de matière alcaline laissée par le papillon à l'orifice du cocon.

Par le décreusage, le grès est presque complètement enlevé : la matière décreusée n'en renferme plus que 2 ou 3 %.

La perte au décreusage est variable selon la qualité des déchets : la perte en grès oscille, en moyenne, de 15 à 30 %; les frisons, bourres, matières sans chrysalides, perdent de 20 à 28 %; les doubles, 50 %; les frisonnets, 35 à 40 %; les bassinets classiques, 55 à 60 %.

Lavage. — Au sortir du décreusage, les matières sont soumises au lavage. Dans les petites usines, on se contente d'une petite laveuse ronde; les soies courtes y sont bien lavées, mais il faut plus de temps

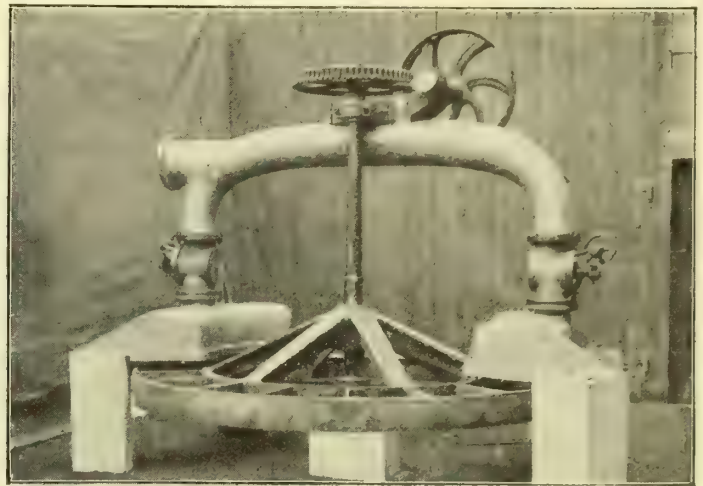


Fig. 1. — Laveuse à disque tournant pour le nettoyage de la schappe décreusée.

et plus d'eau qu'avec les autres systèmes. Les soies longues ont une tendance marquée à se mettre en boules : l'ouvrier doit écarter les flocons avec une spatule pour arriver à faire un bon lavage. Avec des soins et de l'habitude, on y arrive cependant, mais il faut évidemment beaucoup de temps et beaucoup d'eau.

Dans les usines d'une certaine importance, on emploie les laveuses à plateaux tournants, avec ou sans foulons.

Laveuse à foulons. — Cette machine est employée pour les matières dures fortement chargées en grège. Elle se compose d'un plateau tournant à anneau dans lequel la soie est étendue en nappe mince, où elle reçoit l'action des marteaux. L'anneau est légèrement immergé dans une cuve qui renferme tout l'appareil; la soie est lavée par l'eau qui arrive sous pression en passant au travers d'une plaque portant une série de jets. Les marteaux sont au nombre de six ou de douze; on en fait fonctionner une partie seulement ou la totalité suivant la qualité de la soie. L'eau frappe violemment la soie et s'échappe par les côtés qui sont formés de tôles perforées. La production d'une machine moyenne est de 600 à 1 000 kilogr. en dix heures. L'eau est généralement donnée par une pompe centrifuge.

Laveuse à disque tournant. — Au type de laveuse à foulons, certaines usines préfèrent la machine à disque tournant (fig. 1). Elle est constituée essentiellement par un anneau tournant, comme la précédente. Cet anneau est divisé en compartiments dont les rebords sont pleins et le fond perforé. L'eau de lavage traverse la nappe de soie étalée au fond des compartiments. Cette machine donne un lavage énergique, et permet, avec le type courant, de traiter environ 1 000 kilogr. par journée de dix heures. Pour certaines matières, il arrive souvent qu'on achève dans cette machine le lavage déjà effectué par la laveuse à foulons. A la sortie de la cuve laveuse, on dispose une grille, puis un bassin de dépôt dans lequel s'arrêtent les débris entraînés : de ce bassin de dépôt, on retire un engrais azoté assez employé.

Après lavage, la soie est essorée puis séchée.

Uneessoreuse est nécessaire pour 500 kilogr. de grège à traiter en dix heures.

Pour le séchage, généralement, on étend les soies sur des tringles pour les faire égoutter, et on achève le séchage au moyen d'un courant d'air chauffé par son passage à travers un faisceau de tubes de vapeur.

Pour cette opération, la soie humide est mise sur des petits wagonnets garnis de claies, circulant dans une galerie de 2 mètres $\times$ 2 mètres. A mesure que l'eau s'évapore, les wagonnets sont rapprochés de l'arrivée de l'air chaud, le séchage est donc méthodique. Les anciennes chambres chaudes, dans lesquelles l'air ne se renouvelait pas d'une façon méthodique, sont à peu près généralement abandonnées : il a été reconnu que par ce mode de séchage on *énervait* la soie.

Pour tout ce travail de préparation, décreusage, nettoyage et lavage, il y a beaucoup de détails de main-d'œuvre et de technique opératoire qui sont le résultat de l'expérience et dont l'application exige un ensemble de dispositions à prendre plutôt qu'une extrême perfection d'outillage mécanique. C'est la partie la plus délicate et la plus difficile de la fabrication ; dans la carderie, on attache, à juste titre, la plus grande importance à tous ces travaux préparatoires qui demandent, pour être effectués dans de bonnes conditions, des directeurs et un personnel expérimentés.

CARDAGE. — Les matières décreusées ont un aspect tout différent de celui du déchet qui leur a donné naissance : les filaments dégagés les uns des autres sont très apparents ; l'ensemble a, au toucher, beaucoup d'analogie avec l'étope ; sa couleur est blanc grisâtre, son aspect général est terne. Rien encore cependant ne fait pressentir l'éclat et le brillant incomparable de la soie. Ce sont les opérations mécaniques suivantes qui vont lui donner ces qualités. Tout d'abord, il faut rendre les brins parallèles, et les répartir en filaments de longueurs à peu près égales, tout en éliminant les matières étrangères.

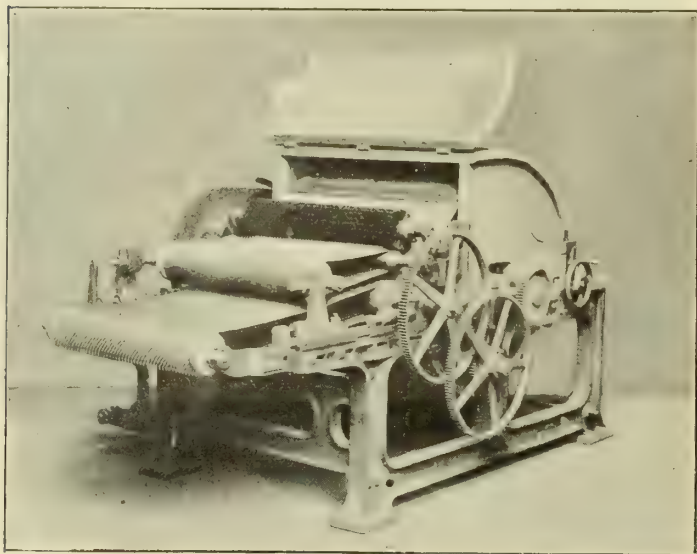


FIG. 2. — Nappeuse à frisons.

Battage. — Les déchets secs sont battus mécaniquement : une certaine quantité des matières étrangères abandonnent les filaments soyeux, et, en même temps, la masse s'ouvre et devient plus apte, par sa division, à subir le peignage proprement dit. Le battage s'effectue dans deux machines : l'assouplisseuse et la batteuse proprement dite.

L'*assouplisseuse*, qui est du même type que la broyeuse, se compose de cylindres écraseurs cannelés entre lesquels passe la soie, et qui assouplissent la fibre, tout en brisant les corps étrangers. Une seule assouplisseuse suffit pour douze peigneuses circulaires. Les déchets sont ensuite battus et secoués par la *batteuse* (une seule suffit, en général, pour douze peigneuses circulaires). Dans certaines usines, on se sert d'une nettoyeuse du même type que celle indiquée pour le décreusage, mais avec des aiguilles et des grilles plus fines. Les batteuses à courroie ne sont presque plus employées. C'est d'ailleurs une faute, en carderie, que de battre à plat, parce que l'opération ainsi faite a pour effet de produire un feutrage des filaments. Il est nécessaire de battre en étirant la matière pour chercher à mettre toujours les fils en long.

La *batteuse à cocons*, de forme assez spéciale, se compose essentiellement d'un grand tambour muni de six batteurs en cuir disposés sur la circonférence. Ce tambour tourne à grande vitesse et passe devant deux rouleaux cannelés amenant la nappe ; celle-ci rencontre les batteurs qui la frappent en l'allongeant sans la feutrer. Les matières étrangères tombent à travers une grille qui forme couloir de sortie ; la soie reste sur la grille et sort à l'extrémité du couloir, débarrassée des corps solides, tels que poussières, chrysalides, pailles, bâchettes, etc.

Ce système de batteuse prépare très bien le travail des autres machines, il évite la cassure ultérieure des brins sur les nappeuses, ménage leurs aiguilles et augmente ainsi le rendement en soies longues. Ces qualités, jointes à son extrême simplicité, le font préférer à peu près unanimement aux machines similaires. L'encombrement du type courant est de : longueur, 1^m 70 ; largeur, 1^m 55 ; hauteur, 1^m 15 ; la vitesse de l'arbre commandé est de 180 tours.

Mouillage. — La matière battue est ensuite passée aux machines *mouilleuses*, dans lesquelles un mélange d'huile (ou d'oléine), de savon et d'eau, est pulvérisé sur le déchet de façon à le lubrifier et à faciliter les opérations mécaniques consécutives.

Nappage. — En cet état, les déchets vont aux *nappeuses* (fig. 2). Les nappeuses se composent essentiellement des tambours à peignes qui commencent à donner aux brins un certain parallélisme et les cardent, en somme assez grossièrement en enlevant le maximum de corps étrangers qu'ils contiennent encore. Quatre nappeuses sont nécessaires pour un assortiment de douze peigneuses. Pour les matières demandant beaucoup de soins, il faut employer des nappeuses aussi perfectionnées que possible, avec cylindres raffinant la nappe et la nettoyant à nouveau. En outre, le mouvement d'alimentation doit être muni de rouleaux ameneurs et étireurs pour bien mettre la soie en long. Pour les frisons, on se sert de nappeuses spéciales (fig. 2) portant des porkupines ou cardes circulaires, qui étirent la matière pour la mise en long. On prévoit, généralement, trois nappeuses à frisons pour douze peigneuses. Certaines usines se contentent cependant d'une seule nappeuse pour le même assortiment.

Quelques installations anciennes, montées avec des dressings ou

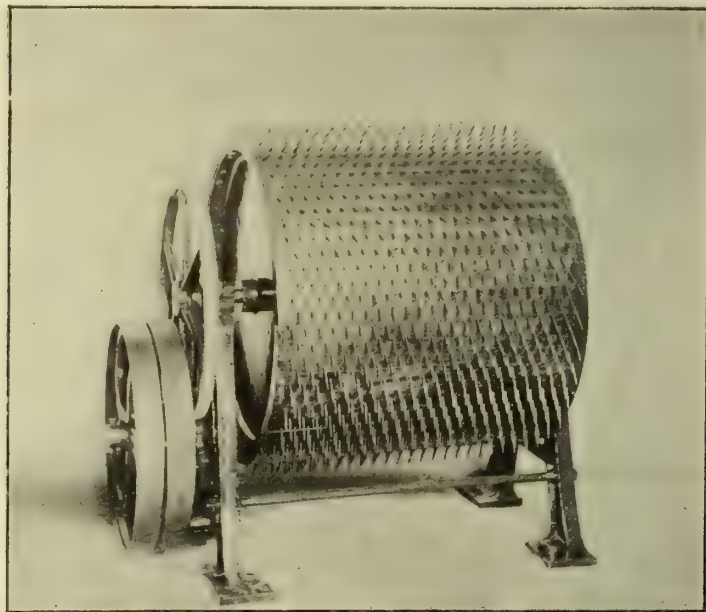


FIG. 3. — Rouleau étireur pour frisons.

pareuses, se servent de ces machines pour donner un premier trait sur ce genre de matière. Le premier trait ne donne de bons résultats qu'aux déchets de tout premier choix ; on utilise alors les gros fillings, que nous verrons plus loin, et on évite les nappeuses à frisons. Quant aux autres traits, ils sont toujours faits à la circulaire. Dans la plupart des grandes usines, d'ailleurs, tout est fait à la circulaire.

Au sortir des nappeuses, la soie se présente sous la forme d'un feutrage épais disposé autour du cylindre à cardes de la machine. L'ouvrier fend ce feutrage suivant une génératrice du cylindre, en enlève la soie qui est alors disposée en une nappe quadrangulaire, et prend le nom de soie brute.

Nappeuses à cocons et à frisons. — La partie principale de ces machines est le tambour à grand diamètre, garni d'aiguilles, qui tourne devant le dispositif d'alimentation et allonge la matière qui se dépose en nappes sur les aiguilles garnissant le circonférence du tambour. La grosseur des aiguillages dépend de la nature de la matière à traiter ainsi que le système d'alimentation. Celui-ci est constitué, soit par un ou deux hérissés à aiguilles, montés sur cuir, sur caoutchouc ou sur cuivre, soit par des *porkupines* ou *kupines* (1), c'est-à-dire des tabliers sans fin, en cuir, garnis de fortes aiguilles. Dans tous les cas, un rapport de vitesse, ou *étrage variable*, est placé sur le mouvement de commande de l'alimentation, de façon à pouvoir régler l'étrage selon la nature de la matière.

Des rouleaux à aiguilles, situés en dessous du grand tambour, et

(1) De l'anglais porcupine, porc-épic.

MOTEUR A GAZ DE 1200 CHEVAUX
Construit par la Société Française de Constructions Mécaniques

Fig. 1. Elevation

Longueur totale de la salle 24 m.

5,595

5,585

1,200

Soufflerie

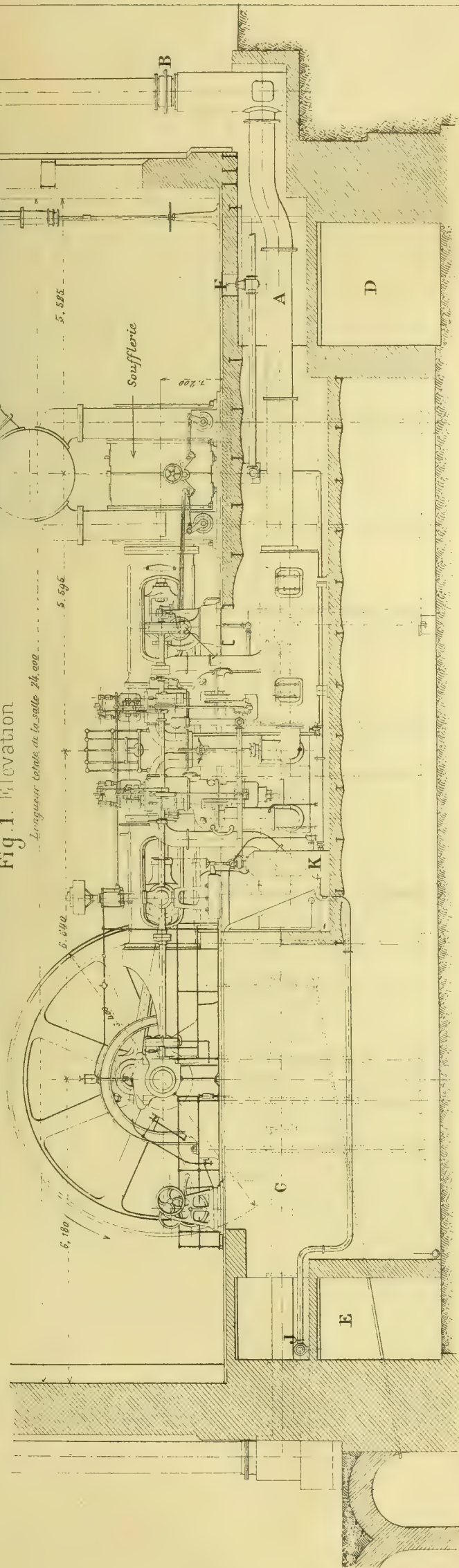
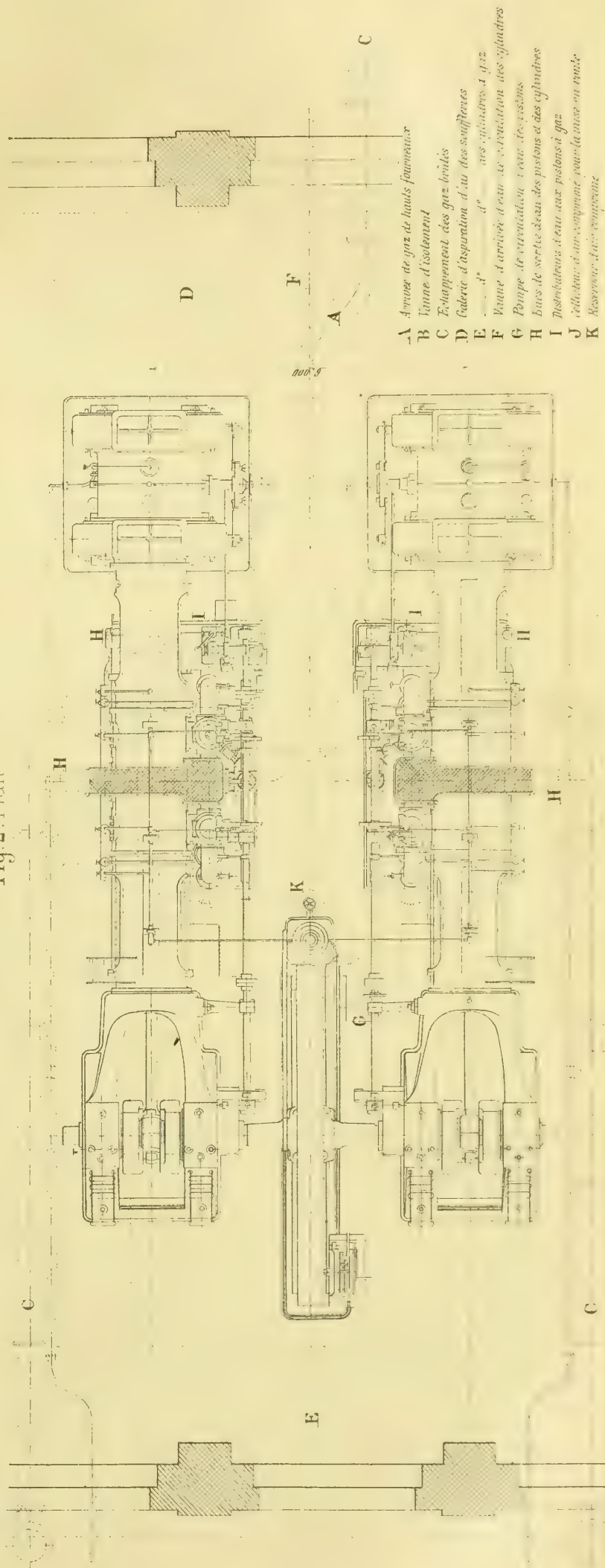


Fig. 2. Plan



- A Arrivée de gaz de hauts fourneaux
- B Vanne d'isolement
- C Échappement des gaz brûlés
- D Galerie d'aspiration d'air des souffleries
- E d'air des cylindres à gaz
- F Vanne d'arrivée d'eau de circulation des cylindres
- G Pompe de circulation d'eau des pistons
- H Bars de sortie d'eau des pistons et des cylindres
- I Distributeurs d'eau aux pistons et gaz
- J Celliers d'air comprimé pour la mise au point
- K Réservoir d'air comprimé

désignés sous le nom de *fondeurs*, achèvent le nettoyage et le peignage de la nappe sur le tambour principal. Celui-ci est dépourvu d'aiguilles sur une de ses génératrices, et muni, à cet endroit, d'une gouttière ou rainure en cuivre, qui facilite la coupe et l'enlèvement de la nappe. Un dérouleur de nappe à deux rouleaux cannelés, mus à la main, permet l'enlèvement régulier et rapide de la nappe après sa formation. Un certain nombre d'usines possèdent un *rouleau étireur pour fri-*

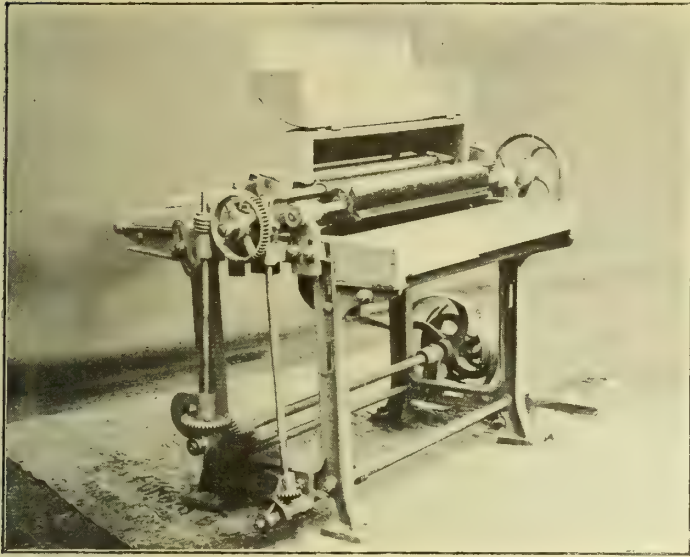


FIG. 4. — Filling pour 3° à 6° tirages, double hérisson.

sons (fig. 3), composé d'un simple tambour garni de grosses aiguilles inclinées et posées en quinconce pour préparer les nappes qui doivent aller aux nappeuses à frisons. Cette machine, cependant, n'est pas indispensable, et peut être assez facilement remplacée par un dispositif fixe rudimentaire.

FONDAGE. — Le fondage, ou mise en pointes, opéré par les machines *fillings*, fait suite au cardage et le complète. Il a pour but d'égaliser en longueur les brins de la baguette. Les *fillings* prennent la soie en nappes et la préparent pour la mise en baguettes. Aujourd'hui ces machines sont très perfectionnées, elles donnent des résultats excellents. On en compte généralement vingt pour un assortiment de douze circulaires : les numéros d'aiguillage, le nombre des peignes et leur disposition varient avec la longueur de la soie à traiter. Celle-ci, au sortir des *fillings*, passe dans un atelier de femmes, lesquelles, avec des pinces brucelles, enlèvent les brins de paille ou autres impuretés. La soie est ensuite ramenée à un *filling* plus fin qui parachève l'œuvre des précédentes ; les brins sont alors *chargés*, ou enroulés, sur des baguettes qui, couvertes de filaments d'égale longueur, aussi dépouillés que possible des matières étrangères, mais en contenant encore, sont soumises au peignage proprement dit.

Fillings. — Les *fillings* (fig. 4) se composent essentiellement d'un *rouleau à gills*, dit *travailleur*, et d'un dispositif d'alimentation par hérisson, simple ou multiple, et toile d'amenée.

Le diamètre du rouleau à gills, le nombre et l'écartement des gills et la grosseur de l'aiguillage dépendent de la longueur de la soie. La vitesse du rouleau à gills est très grande, elle est constante. Le rapport entre cette vitesse et celle des hérissons d'alimentation est variable, de façon qu'on puisse produire un *étrirage* ou allongement sur la soie ; cet *étrirage* varie avec la qualité de la matière et sa longueur. Chaque machine est pourvue d'un certain nombre de roues de rechange destinées à faire varier l'*étrirage*.

Pour éviter l'engorgement des peignes et la rupture qui pourrait en résulter, ces machines sont généralement pourvues d'un dispositif spécial de débrayage-embayage qui arrête l'alimentation avant le travailleur, ou qui provoque la mise en train du travailleur avant celle de l'alimentation.

Il y a plusieurs types de *fillings*. Les plus récents sont munis de doubles hérissons d'alimentation (fig. 4) ayant pour effet de donner un allongement plus progressif à la matière. Leurs travailleurs sont plus grands que ceux des types anciens, et portent par conséquent plus de peignes, ce qui a pour résultat principal de diminuer le temps perdu à chaque relèvement de la matière.

L'encombrement d'un *filling* du type courant est de : longueur 1^m15, largeur 1^m50, hauteur 1 mètre. La poulie sur l'arbre de commande a un diamètre de 250 millimètres, sa vitesse est de 270 tours par minute.

(A suivre.)

Francis MARRE.

MÉCANIQUE

MOTEURS A GAZ construits par la Société Française de Constructions Mécaniques.

(Planche XXIV.)

La Société Française de Constructions Mécaniques, dont le *Génie Civil* vient de décrire en détail l'usine de Denain (1), poursuit actuellement l'exécution, dans cette usine, de trois groupes soufflants de 1200 chevaux effectifs, à gaz de hauts fourneaux, destinés à la Société des Acières de Longwy. Le montage du premier de ces groupes (fig. 5) est déjà terminé.

Nous décrirons rapidement, à cette occasion, les dispositions caractéristiques des moteurs proprement dits et des cylindres soufflants, dont les figures 1 et 2 (pl. XXIV) montrent les plans d'ensemble.

La Société Française de Constructions Mécaniques s'est principalement attachée, dans le choix des dispositions qu'elle a adoptées, à répondre aux desiderata suivants :

Simplicité et robusticité des organes moteurs et distributeurs ;
Division des organes principaux en éléments de formes simples et de fabrication aisée ;

Facilités de conduite, de visite et d'entretien de tous les organes ;

Réduction au minimum possible du nombre d'organes placés en sous-sol et possibilité d'effectuer toutes les manœuvres du sol, dans le rayon le plus restreint possible ;

Adoption d'une disposition générale du moteur permettant d'éviter les saignées transversales importantes des massifs de fondation, et de ne pas compromettre leur solidité. Ce dernier point doit être considéré comme important.

GROUPES SOUFFLANTS DE 1200 CHEVAUX. — Chacun de ces groupes est constitué par un moteur à double effet, à deux cylindres à gaz jumelés, actionnant directement par le prolongement des tiges de pistons les deux cylindres soufflants placés en queue.

Le moteur est du cycle à quatre temps ; ses deux cylindres sont fermés et constituent ainsi quatre capacités motrices, dont les phases de distribution sont croisées par l'obtention de quatre explosions successives dans les deux tours du cycle : le moteur est donc à double effet.

Chaque groupe comprend, au principal, et pour chacun des côtés de ce groupe :

- Un bâti à large assise, portant sur les fondations ;
- Une glissière cylindrique, centrée de part et d'autre sur la tête du bâti et sur le cylindre à gaz ;
- Un cylindre à gaz avec fonds rapportés à l'avant et à l'arrière ;
- Une longrine reposant sur la fondation, reliée au bâti et sur laquelle vient reposer l'extrémité AR de la glissière et le cylindre à gaz ;
- Une entretoise circulaire en deux parties, centrée sur le cylindre à gaz et sur le cylindre soufflant ;
- Un cylindre soufflant, reposant sur une large plaque d'appui en fonte scellée dans la maçonnerie.

Les glissières, cylindres à gaz, entretoises et cylindres soufflants sont assemblés par des brides circulaires extérieures avec boulons.

L'ensemble est compact, robuste et bien assis sur les fondations.

CYLINDRES A GAZ ET DISTRIBUTION. — Les cylindres à gaz sont à double enveloppe pour l'eau refroidissante, avec fonds rapportés à l'avant et à l'arrière. Le fond arrière est démontable après enlèvement de la partie supérieure de l'entretoise, laquelle comporte les dispositions nécessaires. Les cylindres sont, en outre, munis à chaque extrémité d'un tampon placé latéralement pour la visite intérieure des parois.

Les pistons à gaz, en acier moulé, sont portés par leurs tiges, de telle sorte que leurs segments de joint portent seuls sur les parois du cylindre.

Chaque cylindre est muni de deux boîtes de distribution placées latéralement à chacune des extrémités. Cette disposition a été choisie de préférence à toute autre pour éviter les sectionnements de massifs de fondation, et pour faciliter l'accès aux soupapes d'échappement. Elle présente encore l'avantage de permettre le groupement de tous les organes de réglage et de mise en route, de manière à faciliter les manœuvres du mécanicien, telles que réglage du dosage, réglage de l'allumage, opérations préliminaires de mise en route, etc. De plus, les organes multiples de la distribution sont bien visibles, faciles à surveiller, et toutes les manœuvres s'effectuent du sol du moteur.

Chaque boîte de distribution comporte :

Un distributeur cylindrique équilibré à deux orifices, l'un pour l'air, l'autre pour le gaz. Les deux orifices sont séparés par un système de nervures assurant la pénétration du gaz dans la masse d'air comburante et le mélange intime des deux éléments

(1) Voir le *Génie Civil*, t. XLV, n° 24, p. 337, et n° 22, p. 333.

Une soupape d'introduction, concentrique au distributeur, fermant la capacité du cylindre et protégeant le distributeur des effets de l'explosion ;
Enfin, une soupape d'échappement, opposée à la soupape d'introduction et sur le même axe vertical.

La visite de ces trois organes distributeurs peut s'effectuer après l'enlèvement du couvercle guide supérieur de l'admission, qui emporte avec lui les organes d'admission, et donne en même temps l'accès à la soupape d'échappement.

Les deux soupapes d'admission sont à réglage fixe, et commandées chacune par une combinaison d'un excentrique et de deux leviers roulants. Le distributeur équilibré emprunte son mouvement à la barre d'excentrique d'admission au moyen d'un dispositif cinématique connu ; il est entraîné par un mécanisme à déclat, dont le déclenchement est sous la dépendance du régulateur. La phase de l'admission est alors réglée comme suit : la soupape d'introduction et le distributeur s'ouvrent en même temps ; le distributeur, par l'action du mécanisme de déclat et du régulateur, se ferme en un point de la course déterminé par la charge du mo-

dans un même milieu commençant au distributeur, et qu'elle est ainsi soustraite aux effets des dépressions pouvant se manifester au cylindre en cours d'admission.

Le moteur est donc réglé par admission variable d'un mélange détonant à dosage constant. Les expériences qu'a faites récemment la

Société, sur un moteur de 35 chevaux au gaz pauvre, sur les divers systèmes de régulation usuels, lui ont démontré la supériorité de ce système qui permet de réaliser sans ratés d'allumage toutes les puissances, de la marche à vide à la pleine charge.

Les mécanismes d'échappement comportent des dispositifs qui s'opposent aux levées intempestives de la soupape lors des dépressions existant au cylindre aux faibles charges.

L'allumage est produit par magnétos. L'avance à l'allumage est

réglable à la main en cours de fonctionnement.

Le régulateur, du type Hartung, est monté sur colonne, face au volant ; il commande, par l'intermédiaire de deux arbres longitudinaux et de tringles de jonction, les mécanismes de déclat des quatre distributeurs. Il est, en outre, muni d'une balance à ressort réglable

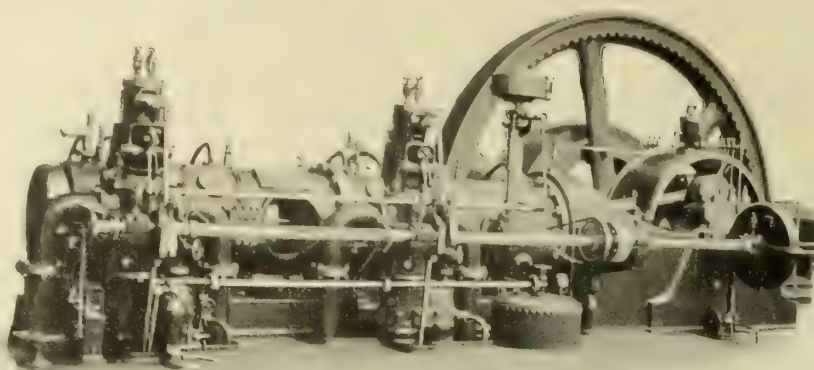
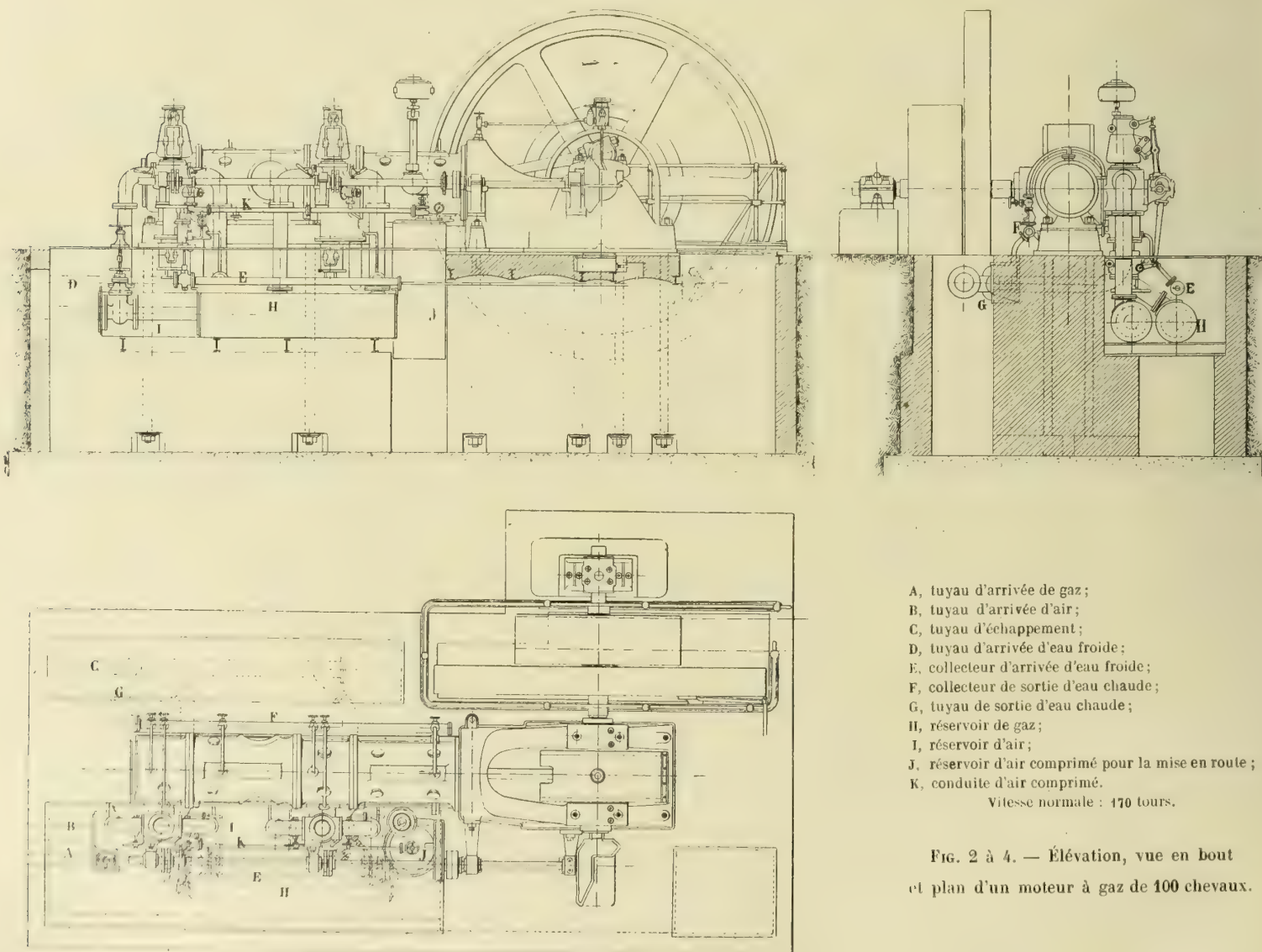


FIG. 1. — Vue d'un moteur à gaz de 100 chevaux.



- A, tuyau d'arrivée de gaz ;
 - B, tuyau d'arrivée d'air ;
 - C, tuyau d'échappement ;
 - D, tuyau d'arrivée d'eau froide ;
 - E, collecteur d'arrivée d'eau froide ;
 - F, collecteur de sortie d'eau chaude ;
 - G, tuyau de sortie d'eau chaude ;
 - H, réservoir de gaz ;
 - I, réservoir d'air ;
 - J, réservoir d'air comprimé pour la mise en route ;
 - K, conduite d'air comprimé.
- Vitesse normale : 170 tours.

FIG. 2 à 4. — Élévation, vue en bout et plan d'un moteur à gaz de 100 chevaux.

ment ; la soupape d'introduction se ferme invariablement au voisinage de la fin de course d'aspiration du piston à gaz.

Ce dispositif d'admission présente deux avantages importants : il supprime toute partie soustractive des diagrammes aux faibles charges, et, en outre, il permet de munir la soupape d'un ressort de rappel de tension normale, puisque cette soupape se meut toujours

à la main et permettant de faire varier la vitesse du moteur de 45 tours à 90 tours par minute.

Refroidissement. — Les cylindres, leurs fonds, les presse-étoupes des tiges de pistons, les soupapes d'échappement sont refroidies par une circulation d'eau prise à la canalisation générale de l'usine.

Le piston et sa tige creuse sont également refroidis par une circulation d'eau, fournie à la pression convenable par une pompe mue par le moteur.

Mise en route. — La mise en route s'effectue à l'air comprimé, au moyen de soupapes additionnelles commandées par un mécanisme à débrayage, jusqu'à l'obtention des premières explosions. Pour faciliter cette mise en route et permettre l'emploi d'air à une pression modérée, les mouvements des soupapes d'échappement sont munis d'un dispositif simple supprimant la compression pendant les premiers tours. En vue du même objet, les cylindres soufflants comportent également un dispositif supprimant le refoulement lors du départ, et décrit sommairement plus loin.

Graissage. — Les pistons et leurs tiges sont graissés par une pompe avec rampe à départs multiples.

Les bielles motrices et l'arbre moteur sont graissés par une circulation continue d'huile sous pression, recueillie après usage, filtrée, puis renvoyée dans la circulation.

CYLINDRES SOUFFLANTS. — Les cylindres soufflants sont constitués chacun par un cylindre à enveloppe refroidissante sur le pourtour et par

mis en l'état normal de fonctionnement lorsque le moteur a atteint la vitesse requise et que sa marche paraît assurée.

Cet ensemble de groupe soufflant, tel que nous venons de le décrire, paraît répondre aux exigences de la grande industrie métallurgique. Il présente la même souplesse de fonctionnement que les groupes à vapeur, et permet comme eux de réaliser toutes les marches requises par le fourneau, en réglant avec la même précision, soit la vitesse, soit la pression du vent, soit ces deux éléments à la fois.

Le moteur peut également trouver son emploi dans toutes les grandes installations pour la production économique de l'énergie. Les dispositions adoptées, en facilitant, dans la plus large mesure, les opérations de mise en route, de surveillance et d'entretien courant, réduisent au minimum les risques d'arrêt, et les immobilisations qui ont toujours des conséquences importantes dans des installations de ce genre.

MOTEURS A GAZ POUR MOYENNES ET PETITES PUISSANCES. — En dehors des moteurs de grande puissance, la Société Française de Constructions Mécaniques construit aussi et a installé à l'Exposition d'Arras (1), où ils fonctionnent actuellement, deux types de moteurs de puissance réduite et de systèmes différents, l'un de 100 chevaux, l'autre de 10 chevaux.

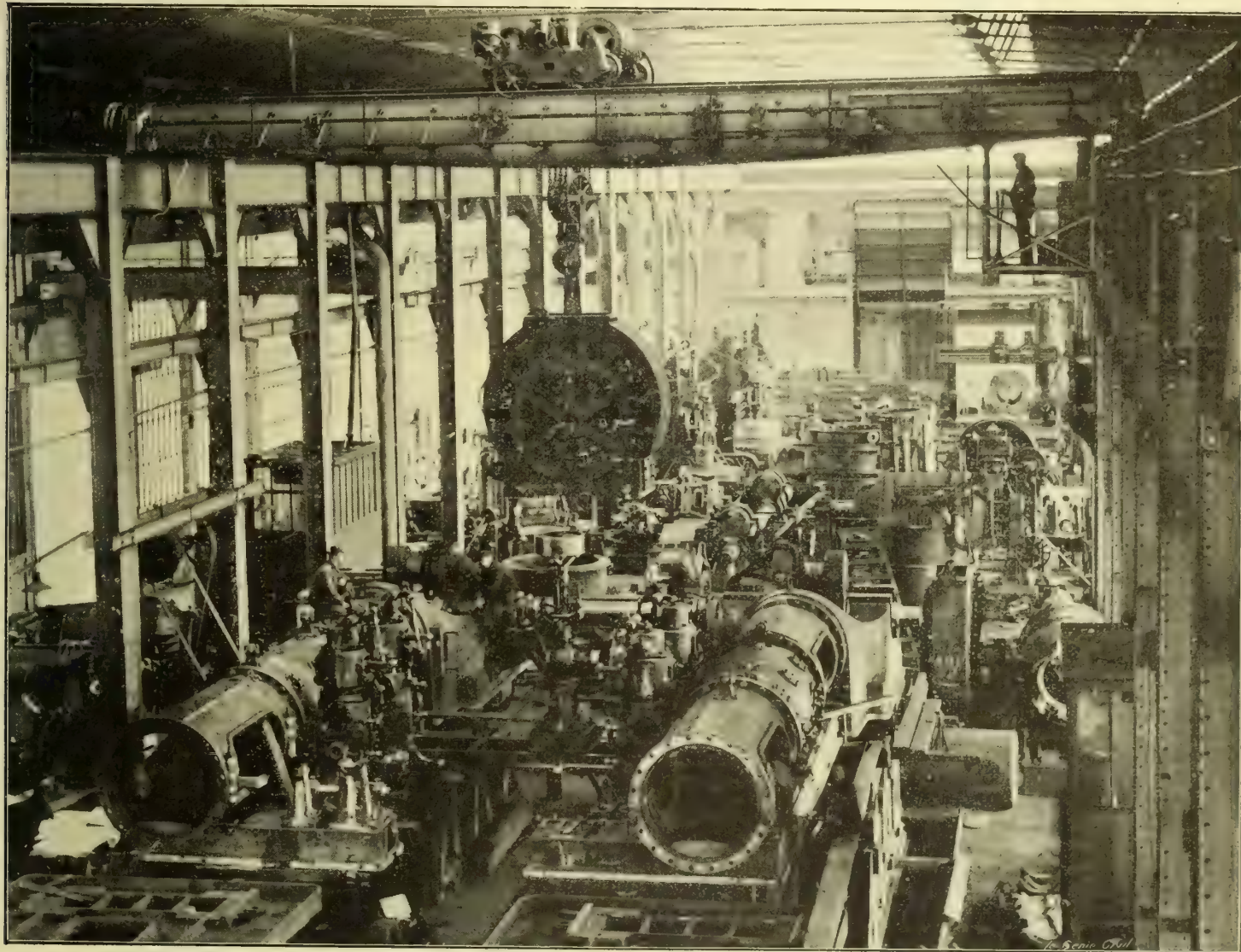


FIG. 5. — Vue d'un moteur à gaz de 1200 chevaux, en cours de montage à l'usine de Denain.

deux caissons pour l'aspiration et le refoulement. Les fonds sont rapportés et permettent le démontage des pistons sans toucher à d'autres organes.

L'aspiration se fait par des obturateurs genre Corliss à double orifice, mus mécaniquement.

Le refoulement s'effectue à chaque caisson par des clapets métalliques multiples genre Corliss, groupés par cinq ou six sur des sièges amovibles facilement démontables.

Les obturateurs et les pistons à vent sont graissés par une pompe à huile, avec rampes à départs multiples.

Le mécanisme des obturateurs d'aspiration comporte un dispositif manœuvrable à la main, permettant au moment de la mise en route, de déplacer la position moyenne des obturateurs et de maintenir ceux-ci constamment ouverts, aussi bien pendant l'aspiration que pendant le refoulement. La soufflerie se trouve ainsi déchargée lorsqu'on veut effectuer la mise en route à l'air comprimé. Les choses sont re-

Moteurs de 100 chevaux. — Le moteur de 100 chevaux, représenté en vue extérieure par les figures 1 à 4, est alimenté au gaz pauvre. Il est du type tandem à deux capacités motrices et à simple effet, l'adoption d'un moteur à double effet n'ayant pas paru justifiée pour cette puissance.

Ce moteur est analogue, comme dispositions générales, distribution, mise en route, allumage, graissage, aux moteurs de 1200 chevaux décrits ci-dessus. Il présente les mêmes qualités quant aux facilités de visite, de surveillance et d'entretien.

Moteurs de 10 chevaux. — Le moteur de 10 chevaux (fig. 6 à 11), établi sur des données toutes différentes, est caractérisé par la simplicité de sa distribution.

Ce moteur est à un seul cylindre, du cycle à quatre temps, donnant

(1) Voir le *Genie Civil*, t. XLV, n° 43, p. 217.

une impulsion motrice tous les deux tours de manivelle. Il est muni d'un volant avec poulie accolée placé en porte-à-faux à l'opposé de la commande de la distribution. Le bâti à large empattement est bien assis sur sa fondation; le porte-à-faux du cylindre est réduit au strict minimum, ce qui permet de réaliser, sans trépidations ni chocs, une vitesse de régime de 350 tours à la minute.

La distribution est assurée par un organe unique : c'est un distributeur muni de segments élastiques en nombre convenable et réali-

l'échappement. Le distributeur étant équilibré, les explosions n'ont aucune action dans le sens longitudinal.

Tous les organes de commande de la distribution sont enfermés dans des carters étanches et graissés par projection d'huile. L'usure et l'entretien sont ainsi négligeables.

Le moteur est également réglé par l'admission, en quantité variable, d'un mélange à dosage constant, au moyen d'un régulateur Hartung agissant simultanément sur des valves équilibrées d'entrée d'air et de

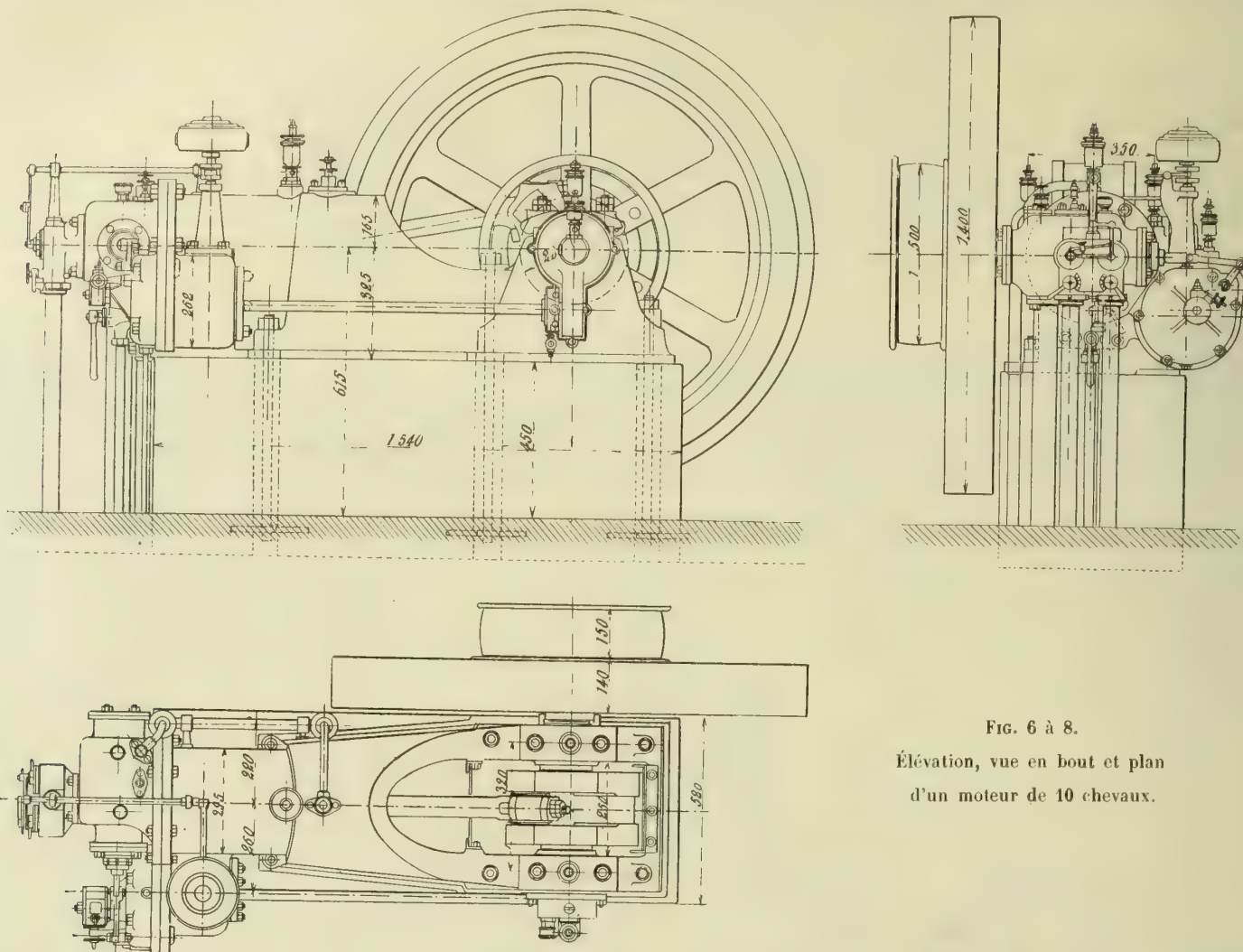


FIG. 6 à 8.

Élévation, vue en bout et plan
d'un moteur de 10 chevaux.

sant successivement les quatre phases du cycle, par un mouvement varié suivant une loi déterminée d'avance dans ce but. A cet effet l'arbre longitudinal de distribution, ayant un mouvement uniforme, actionne un arbre intermédiaire d'axe différent, par une bielle et une manivelle pendante. Le mouvement varié obtenu est transformé encore par une seconde liaison cinématique comprenant un levier agissant

gaz. La transmission des déplacements du régulateur est combinée de telle sorte que le dosage s'enrichit aux faibles charges par une variation convenable des rapports des sections d'entrée de l'air et du gaz.

Le distributeur est constitué par un tube d'acier présentant un étranglement vers le milieu de sa longueur; l'épaisseur des parois est réduite autant que possible, et comme d'autre part le distributeur baigne complètement dans l'eau de refroidissement de la boîte de distribu-

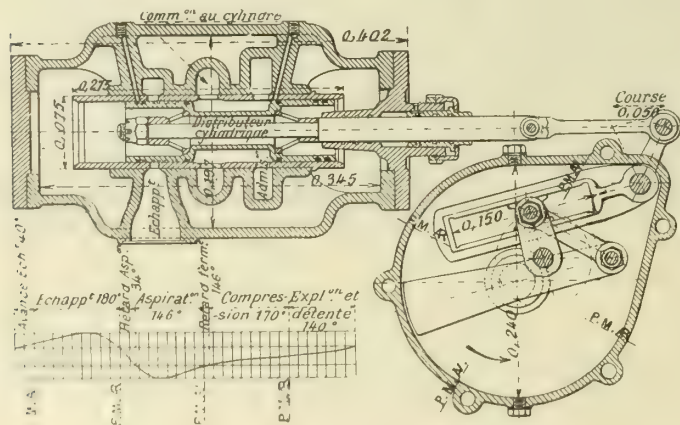


FIG. 9 et 10. — Commande du distributeur cylindrique
et épure de distribution.

sur une coulisse articulée à un axe fixe. Cette coulisse porte un bras de levier actionnant la tige du distributeur par une bielle.

La figure 9 donne un tracé schématique du transformateur de mouvement et la figure 10 montre l'épure de distribution obtenue.

L'épure montre que les déplacements du distributeur sont réalisés aux moments convenables et que la capacité du cylindre se trouve soit fermée, soit en communication avec l'admission, soit ouverte à

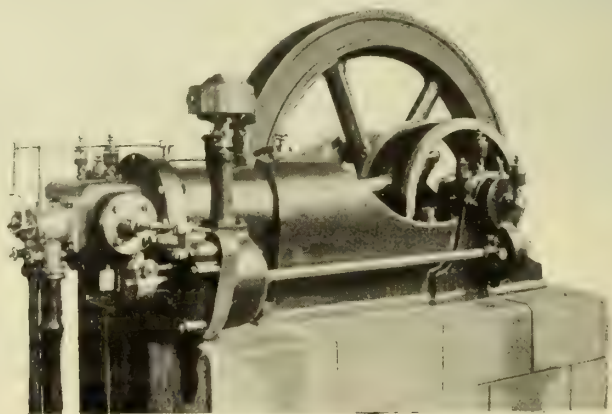


FIG. 11. — Vue d'un moteur à gaz de 10 chevaux.

tion, sa réfrigération est très énergique et son emploi permet d'aborder les hautes compressions et les températures de combustion élevée, circonstances favorables à l'économie de fonctionnement.

En raison de la simplicité de sa construction, ce moteur peut s'adapter à des applications très diverses, puisqu'on peut l'alimenter au gaz de ville, au gaz pauvre, au pétrole ou à l'alcool.

Ch. DANTIN.

RÉSISTANCE DES MATÉRIAUX

NOUVELLE DÉTERMINATION GÉOMÉTRIQUE DES EFFORTS
dans les poutres droites à travées continues.

Considérons une travée quelconque AA' (fig. 1) d'une poutre droite continue à section constante, ayant F et F' pour foyers de gauche et de droite; posons AA' = l, AF = a, F'A' = b, FF' = c.

Supposons que cette travée soit, parmi toutes les autres travées de cette même poutre, seule soumise à des charges quelconques. Appelons Ω l'aire de la surface hachurée des moments que ces charges font naître dans les diverses sections de AA'. Soient G le centre de gravité de cette surface, I le centre fixe dans cette travée et φ le centre correspondant à une section quelconque X située, dans cette même travée, à des distances respectives m et m' des appuis A et A' (1).

Portons sur la verticale du centre I deux longueurs IV et II' ayant pour valeurs :

$$IV = \frac{\sqrt{abcl}}{a+b} \quad \text{et} \quad II' = \frac{\Omega}{\rho},$$

avec la condition que : $\rho = \frac{l^2(a+b)}{6ab}$.

Ainsi qu'on le voit, le point V ne dépend, comme les centres I et φ et les foyers, que des portées de la poutre.

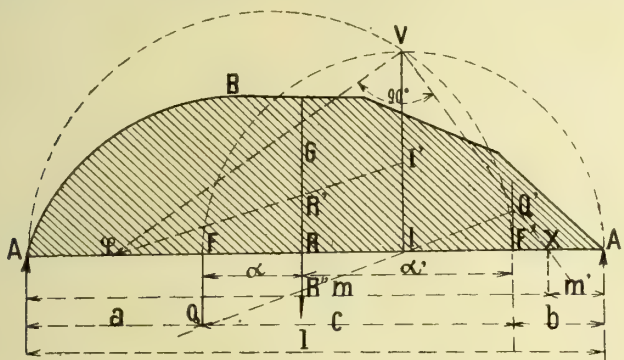


FIG. 1.

Quelles que soient les charges agissant sur la travée AA', les trois points V, I et φ fournissent les propriétés géométriques suivantes :

(a) La section quelconque X, et son centre correspondant φ , sont vus du point fixe V sous un angle droit.

(b) Sous l'action des charges ci-dessus agissant sur AA', la continuité seule de la poutre donne naissance dans la section X (2) :

1° A un moment μ_x représenté par le segment RR' intercepté, sur la verticale du centre de gravité G, par les droites AA' et $\varphi I'$;

2° A un effort tranchant T_x représenté également par le segment R''R qu'on obtient en portant, sur la verticale de F', une longueur F'Q' = $\frac{6b\Omega}{l^3}$ et en menant, ensuite, la droite Q'I jusqu'à sa rencontre en R'' avec la verticale du centre G;

3° A une flèche verticale f_x , dont la valeur est proportionnelle au moment μ_x que la continuité seule de la poutre produit au point Z de AA' situé à des distances AZ = $\frac{l+m}{3}$ et ZA' = $\frac{l+m'}{3}$ des appuis A et A'.

(a) En effet, en observant que :

$$\varphi F' - \varphi F = c \quad FI + IF' = c \quad AI + IA' = l,$$

les proportions suivantes relatives aux centres I et φ :

$$\frac{\varphi F}{\varphi F'} = \frac{am'}{bm} \quad \text{et} \quad \frac{AI}{IA'} = \frac{FI}{IF'} = \frac{a}{b} \quad (1)$$

donnent :

$$\varphi F = \frac{am'c}{bm - am'} \quad FI = \frac{ac}{a+b} \quad \text{et} \quad IA' = \frac{bl}{a+b}.$$

D'où l'on a :

$$\varphi I = \varphi F + FI = \frac{abcl}{(a+b)(bm - am')}, \quad (2)$$

$$IX = IA' - XA' \quad \text{ou} \quad m' = \frac{bm - am'}{a+b}.$$

(1) On appelle centre fixe dans la travée AA', le point I qui divise dans le même rapport la longueur AA' de cette travée et la distance focale FF', de sorte que : AI : IA' = FI : IF' = a : b.

On appelle aussi centre correspondant à la section quelconque X, le point φ de AA', défini par la relation $\varphi F : \varphi F' = am' : bm$. Ce point est toujours placé à gauche ou à droite du point I, suivant que la section correspondante X est située à droite ou à gauche de ce même point I. Ce centre φ est la projection sur AA' des points d'inflexion de la ligne d'influence des moments fléchissants relative à la section X et comprise dans AA'.

(2) Il s'agit : des moments fléchissants, des efforts tranchants et des flèches qui sont produits, par la continuité seule de la poutre, dans la travée AA' sous l'action des charges agissant sur celle-ci, et qui disparaissent dès que cette travée devient indépendante.

En multipliant membre à membre ces deux dernières relations, on aura

$$\varphi I \times IX = \frac{abcl}{(a+b)^2} = IV^2$$

donc :

$$\widehat{\varphi V X} = 90^\circ.$$

Nous appellerons le point V : Pôle fixe de visée des centres φ (1).

Faisons varier la position de la section X sur AA' : la relation [1] montre que lorsque cette section coïncide avec F', c'est-à-dire pour $m' = b$, le centre correspondant φ se confond avec l'appui A. De même, lorsque X coïncide avec F, φ se confond avec l'autre appui A'. Or, dans chacun de ces deux cas, $\widehat{\varphi V X} = 90^\circ$.

D'où découle la construction suivante du pôle V et des centres I et φ :

Les deux demi-circonférences AVF' et FVA', décrites sur AF' et FA' pris comme diamètres, se coupent au pôle V sur la verticale du centre fixe I.

La perpendiculaire V φ , élevée en V sur VX, coupe AA' au centre φ correspondant à la section X.

(b) 1° Soient α et α' , les distances respectives du point R aux foyers F et F'. Nous savons que, sous l'action des charges agissant sur AA', la continuité seule de la poutre fait naître sur les appuis A et A' des moments qui ont respectivement des expressions de la forme la plus simple :

$$\mu = -\frac{6a\Omega\alpha'}{l^2c} \quad \text{et} \quad \mu' = -\frac{6b\Omega\alpha}{l^2c}.$$

Cette continuité fait naître, aussi, dans la même section X, un moment μ_x , dont l'expression est :

$$\mu_x = \frac{\mu m' + \mu' m}{l} = -\frac{6\Omega}{cl^3} (\alpha' am' + \alpha bm).$$

Or, la similitude des deux triangles R φ R' et I φ I' donne la proportion :

$$\frac{RR'}{II'} \left(\text{ou } \frac{\Omega}{\rho} \right) = \frac{\varphi R}{\varphi I},$$

mais $\varphi R = \alpha + \varphi F$ ou $\frac{am'(\alpha + \alpha')}{bm - am'} = \frac{\alpha' am' + \alpha bm}{bm - am'}$,

et nous avons ci-dessus :

$$\varphi I = \frac{abcl}{(a+b)(bm - am')} \quad \text{et} \quad \rho = \frac{l^2(a+b)}{6ab}.$$

En introduisant les valeurs de φR , φI et ρ dans la proportion ci-dessus, on aura :

$$RR' = \frac{\Omega(\alpha' am' + \alpha bm)(a+b)}{\varphi abcl} = \frac{6\Omega}{cl^3} (\alpha' am' + \alpha bm) = -\mu_x$$

2° Sous l'action des charges sur AA', la continuité seule de la poutre donne naissance, aussi, dans la section quelconque X, à un effort tranchant ayant pour expression :

$$T_x = \frac{\mu - \mu'}{l} = \frac{6\Omega}{l^2c} (b\alpha - a\alpha').$$

Prolongeons IQ' jusqu'à sa rencontre en Q avec la verticale en F, nous aurons :

$$R''R = \frac{FQ \cdot RF' - F'Q' \cdot FR}{FF'}$$

mais $RF' = \alpha'$, $FR = \alpha$ et $FF' = c$.

D'autre part, en observant que $F'Q' = \frac{6b\Omega}{l^3}$, les rapports suivants :

$$\frac{FQ}{F'Q'} = \frac{FI}{IF'} = \frac{a}{b},$$

donnent :

$$FQ = \frac{6a\Omega}{l^3}.$$

L'expression de R''R devient, par suite,

$$R''R = -\frac{6\Omega}{l^2c} (b\alpha - a\alpha') = -T_x;$$

3° La flèche f_x produite, au droit de la section X, sous l'action des moments sur appuis μ et μ' , a pour expression :

$$f_x = \frac{mm'}{2EI} \left[\frac{\mu(l+m') + \mu'(l+m)}{3l} \right] = \frac{mm'\mu_x}{2EI},$$

dans laquelle E représente le coefficient d'élasticité du métal constituant la poutre, et I le moment d'inertie du profil de cette poutre.

Pour déterminer géométriquement cette flèche f_x , il suffit de déterminer, au moyen du pôle V, le centre φ correspondant au point Z; ensuite de porter sur la verticale du centre I une longueur $II' = \frac{\Omega mm'}{\rho \cdot 2EI}$, et de mener la droite φI , laquelle détermine avec AA', sur la verticale de G, un segment égal à la flèche f_x .

(1) Il convient de ne pas confondre ce pôle avec celui donné par M. Bertrand de Fonvirolant, dans son *Traité des Ponts métalliques à travées continues*, page 32. Ce dernier pôle est situé aussi sur la verticale du centre I, mais sa distance à ce centre a pour valeur

$$\frac{ab}{a+b}.$$

Cas particulier. — D'après les propriétés (a) et (b), il résulte géométriquement les cas particuliers suivants :

1° Lorsque la section X se confond avec I, le centre correspondant φ sera rejeté à l'infini sur AA'; le moment fléchissant correspondant à cette section aura, dans ce cas, pour valeur : $\mu_x = II' = \frac{\Omega}{p}$;

2° Le moment μ_x représenté par le segment RR' devient nul si la verticale du centre G passe par le centre φ correspondant à la section X. De même, l'effort tranchant T_x représenté par RR'' devient nul si la verticale de G passe par le centre I.

La flèche produite au droit de la section X disparaît si la verticale du centre G passe par le centre φ correspondant à la section Z, dont les distances aux appuis A et A' sont : $AZ = \frac{l+m}{3}$ et $ZA' = \frac{l+m'}{3}$.

Farid BOULAD,

Ingenieur attaché au Bureau des Ponts des Chemins de fer de l'État égyptien.

VARIÉTÉS

Emploi du rail à patin retourné comme troisième rail.

Afin de satisfaire au service particulièrement intense entre New-York et Brooklyn (les trains sont espacés de 55 secondes), les deux voies du pont de Brooklyn sont jumelées, ce qui évite les aiguillages aux extrémités. Les deux voies de chaque direction, distantes de 145 millimètres environ, sont désignées par les couleurs des signaux que portent les trains (voie blanche et voie rouge).

Il y a quelques années, au moment de l'application de la traction électrique, on s'efforça d'employer un rail conducteur commun pour les deux voies jumelées, en vue d'éviter la complication de deux conducteurs voisins. On y parvint d'ailleurs très simplement par l'emploi d'un frotteur suffisamment large (25 centimètres) pour atteindre, de l'une ou l'autre voie, le rail conducteur.

Plus récemment, il devint nécessaire de faire passer sur le pont de

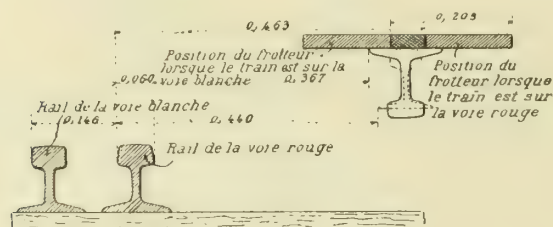


FIG. 1. — Coupe de la voie.

Brooklyn des trains de la Rapid Transit Co, dont le gabarit ordinaire ne permet pas l'emploi d'un frotteur de plus de 20 centimètres de largeur. L'une des voies jumelées était inutilisable dans ces conditions, le frotteur ne donnant pas un contact suffisant avec le troisième rail existant. Il était donc nécessaire, ou d'ajouter un autre rail, ou d'employer un rail plus large.

C'est à cette dernière solution qu'on s'est arrêté, en employant un rail à patin d'environ 35 kilogr., retourné. Comme le montre (1) la figure 1, sur laquelle la position de l'ancien rail est indiquée en pointillé, le frotteur est toujours en contact sur une largeur d'environ 9 centimètres.

La principale difficulté qu'a présentée l'emploi du troisième rail, dans cette position, résidait dans le support. Les figures 2 à 4 montrent comment elle a été résolue, par l'emploi d'un isolateur ordinaire en porcelaine, surmonté d'un support spécial en fonte, en deux pièces, disposé de telle façon que le rail s'y appuie librement par le patin, la tête du rail étant libre. L'isolateur, monté sur une traverse, peut ainsi s'affaisser au passage du train, sans que le rail le suive nécessairement : on évite ainsi tout effort anormal sur le support. Les pièces de fonte elles-mêmes reposent simplement sur la porcelaine, mais sans y être

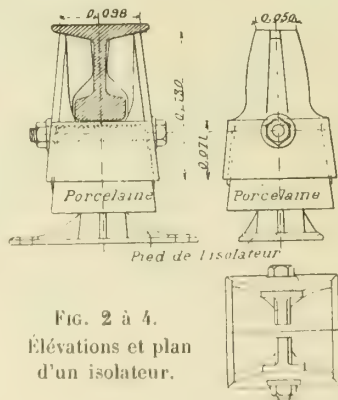


FIG. 2 à 4.
Élévations et plan
d'un isolateur.

fixées; de sorte qu'en cas de grand déplacement, elles peuvent au besoin s'en séparer.

Aux endroits où la voie électrique est interrompue (aiguillages, traversées, etc.), il est nécessaire de prévoir des plans inclinés pour éviter le choc du frotteur. Ce sont des pièces spéciales de 1 mètre environ de longueur dont la face supérieure présente l'inclinaison voulue, et qui sont fixées par des éclisses à l'extrémité du rail courant.

Récepteur télégraphique électro-capillaire Orling-Armstrong.

L'organe essentiel de cet appareil, basé sur le principe de l'électromètre capillaire Lippmann, se trouve représenté figure 1. Le tube T contient la colonne de mercure, et se termine par une partie capillaire horizontale, plongeant dans l'acide sulfurique dilué. La connexion avec la colonne mercurielle s'effectue par un fil de platine f ; celle avec l'eau acidulée, par une certaine quantité de mercure versée au fond du vase M. On sait que lorsqu'une différence de potentiel est

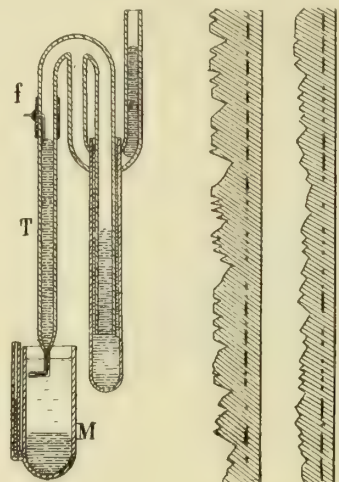


FIG. 1. — Coupe
verticale du récepteur.

FIG. 2.
Télégramme.

établie entre les électrodes, la variation de tension superficielle provoque un déplacement du ménisque dans un sens ou dans l'autre, suivant la polarité.

L'image agrandie du tube, éclairé par une lampe, est projetée sur une bande sensible et produit une série de dentelures analogues aux signaux enregistrés par le siphon recorder. La figure 2, empruntée comme la précédente à l'*Electrical Review*, montre le télégramme obtenu. On y a ajouté les signaux Morse correspondants. Les tubes additionnels visibles sur la figure 1 ne servent qu'à varier la pression au-dessus du mercure, et à amener le ménisque dans la position voulue; le réglage, une fois fait, reste permanent.

Dans les appareils primitifs, la bande sensible se trouvait enfermée dans une boîte obscure. Actuellement elle est exposée, par une fente étroite, dans une chambre noire ordinaire, de sorte qu'il est possible de la développer et fixer au fur et à mesure de son impression.

Cet appareil, employé par la General International Wireless Telegraph and Telephone Co, présente cet intérêt, qu'aucun courant ne le traverse, et que, par suite, il ne nécessite qu'une quantité infinitésimale d'énergie. Un tiers de volt, à travers un mégohm, suffit à le faire fonctionner, et il paraît pouvoir s'appliquer avantageusement, soit comme relais, soit comme récepteur remplaçant le siphon recorder, à la télégraphie transatlantique. Il a servi entre Londres, Glasgow et Edimbourg, sur des lignes aéro-souterraines, pour recueillir des télégrammes transmis par un appareil Wheatstone à la vitesse de 360 mots par minute. Il a été également essayé entre Londres et New-York, sans relais intermédiaire. Enfin, il s'applique à la télégraphie sans fil, avec cet avantage qu'aucun courant ne traversant le cohéreur, celui-ci est auto-décohéreur.

L'appareil fonctionne avec une rapidité suffisante pour enregistrer les vibrations d'un diapason placé devant un téléphone relié au tube capillaire.

L'exploitation à grande vitesse des chemins de fer.

Dans une communication faite à l'Assemblée générale de l'Union des Ingénieurs allemands, le 6 juin dernier, M. von Borries a exposé l'état actuel de la question des grandes vitesses sur les voies ferrées.

Après avoir rappelé en détail les expériences poursuivies à plusieurs reprises sur la ligne de Marienfelde à Zossen, avec les automobiles électriques de l>Allgemeine Elektrizitäts Gesellschaft ou de la Société Siemens et Halske, que le *Génie Civil* a décrites à cette époque (1), il en résume les résultats les plus importants :

Le courant triphasé a l'inconvénient de faire perdre au démarrage une énergie considérable dépensée dans les résistances. M. von Borries escompte de meilleurs résultats et un couple de démarrage beaucoup plus puissant avec les moteurs monophasés qu'on a étudiés récemment (par exemple le type de l'Union Elektrizitäts Gesellschaft, en essais sur la ligne de Spindlersfeld à Niederschöneweide (2)). Les

(1) Voir le *Génie Civil*, t. XLII, n° 11, p. 131, et n° 12, p. 171; t. XLIV, n° 2, p. 29.

(2) Voir l'article ci-dessus, p. 369.

mesures de résistances, résistance du véhicule à la traction et résistance de l'air, ont été résumées sur le diagramme ci-dessous (fig. 1). Des tubes manométriques installés sur la paroi antérieure de la voiture, pour mesurer la pression de l'air à une certaine distance en avant du véhicule, ont permis de constater qu'elle s'exerçait à une distance double de la largeur de cette paroi.

Dans ce diagramme, les courbes A et B représentent respective-

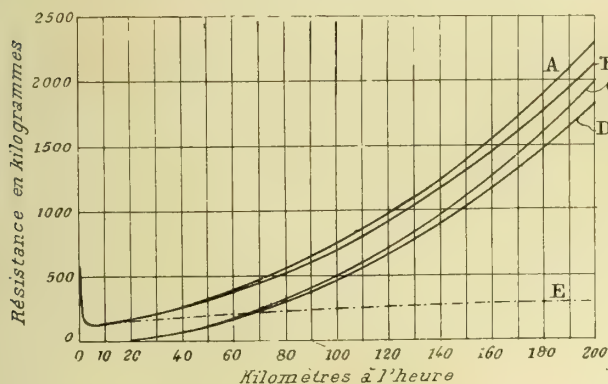


Fig. 1. — Résistances à la traction des voitures électriques, d'après les essais de 1902 et 1903.

A, résistance d'une voiture sans coupe-vent; — B, résistance moyenne de deux voitures avec coupe-vent; — C, résistance de l'air calculée d'après la formule: $R = 0,6052 V^3 \times 9^{m^2 6}$; — D, résistance de l'air calculée d'après la formule: $R = 0,0052 V^3 \times 8^{m^2 8}$; — E, résistance de roulement d'une voiture pesant 93^t 5.

ment la résistance à la traction avec ou sans coupe-vent. De même les courbes C et D représentent la résistance de l'air dans ces deux cas. Enfin la courbe E représente les résistances de frottement et de roulement d'une voiture pesant 93^t 5. Les courbes A et B résultent de l'addition des ordonnées de E à celles de C et D. On voit qu'à partir des vitesses de 120 à 150 kilom., la résistance de l'air devient tout à fait prépondérante.

On a trouvé que la formule

$$R = 0,0052 V^3 S$$

(V en kilomètres à l'heure, S en mètres carrés, R en kilogrammes) concordait bien avec les résultats des observations.

Les courbes C et D sont construites en prenant pour S les valeurs de 9^m 26 et 8^m 28, correspondant à des voitures avec ou sans coupe-vent. La puissance absorbée a atteint près de 1 700 chevaux pour la vitesse de 200 kilom., chiffre véritablement excessif pour le transport d'une cinquantaine de voyageurs tout au plus.

Le freinage a été, d'autre part, une question difficile à résoudre, le frottement des sabots sur les bandages, aux très grandes vitesses, étant tout à fait insuffisant. On a dû, sur les nouveaux bogies, avec de l'air comprimé à 8 kilogr., porter la pression sur les roues au double de leur charge verticale. L'arrêt n'était obtenu, néanmoins, avec des vitesses de 170 et 180 kilom., que sur 1 300 à 1 400 mètres (fig. 2).

Toutefois, avec un freinage très bien entendu, et de puissance peu à peu décroissante à mesure que la vitesse du train décroissait elle-même, on devrait arriver pour des vitesses de 150 et 200 kilom. à arrêter sur 580 et 900 mètres.

La visibilité et l'efficacité des signaux d'arrêt ont fait l'objet de diverses expériences. Les disques ordinaires, suffisants par beau temps, deviennent d'une sécurité tout à fait douteuse pendant la brume. Il convient donc d'employer des avertisseurs automatiques dans le genre du crocodile du Nord français, qui a donné de bons résultats. Ce sujet, d'ailleurs, semble réclamer de nouvelles études.

L'obtention, au moyen de locomotives à vapeur, de vitesses supérieures à celles que l'on a déjà réalisées avec certains trains spéciaux, 125 à 135 kilom., ce qui représente cinq tours par seconde pour des roues de 2^m 20, ne nécessiterait pas dans tous les cas des réfections de lignes. Les machines actuelles à bogies, sur les fortes voies des grandes lignes, circulent très régulièrement et très sûrement et supporteraient des vitesses plus élevées, mais la question économique intervient et arrête les Compagnies. En effet, dit M. von Borries, aux vitesses de 100 kilom. environ, la moitié de la puissance de la locomotive est employée à sa propre propulsion, et l'autre moitié seulement à la traction du train. Par contre, les trains rapides de 300 places environ pèsent 300 et parfois 400 tonnes. On se trouve pris entre les difficultés opposées d'augmenter à la fois la vitesse de la machine et aussi le poids du train, difficultés que la machine à vapeur ne saurait écarter.

M. von Borries, après avoir rappelé les caractéristiques de quelques-unes des grandes locomotives les plus récentes, notamment celle de M. Wittfeld, construite par les ateliers Henschel, aborde la question de la traction électrique à grande vitesse; il fait d'abord remarquer l'importance énorme de la résistance de l'air, qui sera atténuée par l'emploi de trains, et non de voitures isolées. Les séries de véhicules isolés se succédant sur la ligne à courts intervalles, que l'on se plaît souvent à envisager comme l'idéal des voyageurs, seraient tout à fait anti-économiques.

Il conseille des trains à trois voitures de 100 places, avec fourgons, qui pèseraient à peu près 200 tonnes et demanderaient, à la vitesse de 160 kilom., un effort de traction de 1 250 kilogr. et une puissance d'environ 750 chevaux. Chaque bogie, à trois essieux, porterait un moteur de 250 chevaux sur l'essieu médian; les essieux extrêmes, étant porteurs seulement, attaquent la voie avec plus de douceur. Les caisses seraient légères.

Quant à l'alternative d'utiliser, là où leur tracé le permet, les grandes lignes actuelles, ou de constituer des plates-formes spéciales, M. von Borries estime qu'un service de trains à grande vitesse ne saurait couvrir les frais de la construction d'une voie spéciale que si la ligne actuelle a déjà son plein trafic de voyageurs. Il y a sans doute bien peu de grandes lignes qui soient dans ce cas.

Calibre pour le tracé des hexagones.

Le journal *Machinery* publie la description d'un petit appareil, principalement destiné au tracé, dans les ateliers de modelage, d'un hexagone inscrit dans un cercle (écrous, etc.)

Deux lames métalliques B (en acier par exemple), sous lesquelles se trouvent fixées deux réglottes de bois C, tangentes au cercle circonscrit à l'hexagone A à tracer, comprennent entre elles un angle de 60 degrés.

La figure 1 dispense de toute explication au sujet de l'emploi de l'ap-

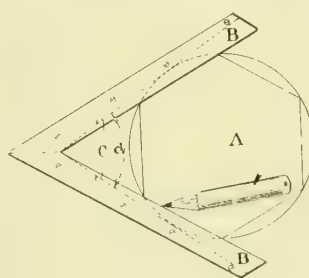


Fig. 1.

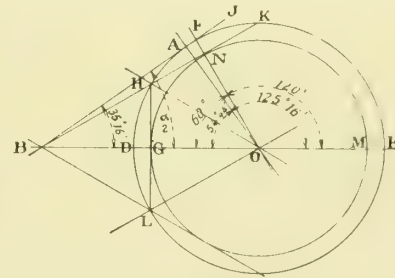


Fig. 2. — Diagramme de freinage.

pareil; il suffit d'amener les réglottes C au contact de la pièce cylindrique dans laquelle doit être pris l'hexagone, et de tracer celui-ci à l'aide des lames métalliques.

L'angle α que forment les réglottes C est facile à déterminer. HL étant un côté de l'hexagone (fig. 2), B un point symétrique de O par rapport à ce côté, BK une tangente au cercle inscrit, BJ une tangente au cercle circonscrit, on a:

$$GO = \frac{AO \sqrt{3}}{2}$$

et comme

$$\sin \frac{\alpha}{2} = \frac{AO}{2GO}$$

on a

$$\sin \frac{\alpha}{2} = \frac{1}{\sqrt{3}} = 0,5773$$

d'où

$$\frac{\alpha}{2} = 35^{\circ} 16'.$$

L'angle α des deux réglottes est, par conséquent, de 70° 32'.

SOCIÉTÉS SAVANTES ET INDUSTRIELLES

Académie des Sciences.

Séance du 26 septembre 1904.

Astronomie. — Sur une cause de variabilité des erreurs de division, dans certains cercles gradués. Note de M. G. BIGOURDAN.

Dans les instruments de précision, la division des cercles est ordinairement faite sur argent; ce métal se laisse couper nettement par le tracelet de la machine à diviser, et donne ainsi des traits assez inaltérables, susceptibles d'être pointés avec exactitude.

En raison du prix élevé de ce métal, le cercle ne peut être fait tout entier en argent; on le fait en laiton, en bronze ou en fonte, dans lesquels on incruste une mince lame d'argent et sur laquelle on trace ensuite la division.

Le laiton et le bronze sont encore employés aujourd'hui pour les cercles de petites dimensions; mais pour les grands instruments astronomiques on emploie le plus souvent la fonte de fer, malgré le peu d'homogénéité de ce corps.

Les cercles divisés ont tous des erreurs de division, que l'on détermine d'ailleurs avec soin; d'ordinaire on multiplie les opérations de manière que, d'après l'accord des résultats, l'erreur de chaque trait soit connue au moins à $\pm 0''1$ près; et l'on suppose que, dans la suite, les erreurs restent invariablement les mêmes.

Si cependant, après un intervalle de quelques années, on détermine à nouveau les erreurs des mêmes traits, on trouve des résultats qui diffèrent des premiers. M. Bigourdan montre que cette variabilité des erreurs de division s'explique simplement par l'influence des variations de température, même indépendamment de la non-homogénéité du support.

Pour avoir des erreurs de division bien permanentes il faudrait que, sous l'influence des déformations, chaque point du ruban d'argent se déplaçât uniquement suivant le rayon qui lui correspond; or, cette condition géométrique ne peut être remplie qu'exceptionnellement, parce que les matières qui réagissent l'une sur l'autre ne sont pas parfaitement homogènes, et parce que la fixation du ruban d'argent dans la fonte ne peut être réalisée partout de la même manière.

Dans un cercle de 1 mètre de diamètre, l'angle de $1''$ correspond à un arc de $2^{\text{m}}43$ de long: au degré supposé d'approximation ($\pm 0''1$) les erreurs de division ne resteraient invariables que si les déplacements latéraux étaient inférieurs à $0^{\text{m}}24$, quantité qui égale sensiblement $\frac{1}{5000}$ du changement total de longueur.

Avec le laiton ou le bronze, ces difficultés sont presque entièrement supprimées, parce que la dilatation de ces alliages est à peine inférieure à celle de l'argent.

On doit donc rejeter l'emploi de la fonte de fer comme support, dans les cercles divisés, et lui préférer le laiton ou le bronze. Mais il vaudrait mieux encore faire des cercles en un seul métal, qui d'ailleurs devrait être peu coûteux, peu altérable, susceptible de poli, et se laisser couper sans arrachement par le tracelet de la machine à diviser: le nickel et certains aciers au nickel paraissent remplir toutes ces conditions.

L'argent n'est d'ailleurs pas exempt de défauts pour la construction des cercles divisés, car il noircit assez rapidement, surtout dans les grandes villes, à cause des traces d'émanations sulfhydriques. Même en supposant que l'on prenne les plus grandes précautions, l'enlèvement de la matière noire qui se produit ainsi doit changer l'aspect des traits et, par suite, modifier la manière dont on les pointe, ce qui revient à changer les erreurs de division.

Chimie minérale. — Constitution et propriétés des aciers au tungstène. Note de M. LÉON GUILLET, présentée par M. A. DITTE.

Le sujet de cette note de notre collaborateur a déjà fait l'objet d'une étude détaillée dans le *Génie Civil* (1). Rappelons-en les conclusions principales.

Les aciers au tungstène se divisent en deux groupes:

1° Les aciers perlitiques, qui ont des propriétés analogues à celles des aciers au carbone, mais qui ont une charge de rupture d'autant plus élevée qu'ils renferment plus de tungstène; ils sont atteints

par la trempe dans le même sens que les aciers au carbone, mais avec une plus grande intensité;

2° Les aciers à carbure double, qui ont des propriétés à peu près indépendantes de la teneur en tungstène et dont la fragilité est constante quelle que soit leur teneur en carbone. La trempe les transforme en aciers martensitiques, mais si la teneur en tungstène est assez élevée, une partie du carbure ne reste pas dissoute. Certains de ces aciers prennent la trempe à l'air.

Magnétisme. — Sur l'énergie dissipée dans le fer par hystérésis aux fréquences élevées. Note de MM. Ch.-Eug. GUYE et A. SCHIDLOF.

La puissance consommée dans le fer peut être représentée en fonction de la fréquence n par une équation de la forme $y = An + Bn^2$ à la condition de n'employer que des fils de très petit diamètre.

En opérant sur de semblables fils et de façon à augmenter la précision de leur méthode, les nouvelles expériences des auteurs confirment les résultats qu'ils avaient précédemment obtenus entre les mêmes limites de fréquence (de 300 à 1200 périodes): l'énergie consommée par cycle est indépendante de la vitesse avec laquelle le cycle d'aimantation est parcouru.

A. B.

CHEMINS DE FER

BIBLIOGRAPHIE

Revue des principales publications techniques.

ART MILITAIRE.

La mitrailleuse automatique Bergmann. — Le capitaine J. PESSEAUD décrit, dans la *Revue d'Artillerie*, de juillet, un nouveau modèle de la mitrailleuse automatique Bergmann (modèle 1902). Cette mitrailleuse appartient à la catégorie des armes automatiques avec canon reculant et culasse calée, dans lesquelles on utilise directement le recul. Son système de fermeture est nouveau et assez original: il ne comprend que des pièces animées d'un mouvement rectiligne, à l'exclusion de tout mouvement de rotation.

Au départ du coup, le canon et la culasse mobile prennent un mouvement de recul; mais tandis que ce mouvement est très rapidement limité pour le canon, la culasse, une fois décalée, continue sa marche en arrière en comprimant un ressort de fermeture, bandant un ressort de percussion et entraînant avec elle une masse percutante qui vient s'accrocher à la gâchette.

Dès que le recul est terminé, la culasse mobile se reporte en avant, seule d'abord, puis avec le canon, sous l'action du ressort de fermeture qui la ramène à sa position normale. Le mouvement de va-et-vient du système de fermeture a fait pendant ce temps avancer d'un cran la bande flexible d'alimentation qui, passant sur des rouleaux, traverse l'arme de droite à gauche, et une nouvelle cartouche a été introduite dans la chambre. Le coup part, suivant qu'on appuie sur la détente, pour le tir coup pour coup, ou automatiquement quand la fermeture est achevée.

A l'avant de la boîte de culasse, sur laquelle les diverses pièces du mécanisme sont assemblées, on a disposé un manchon réfrigérant qui entoure le canon et peut contenir 6 litres d'eau. Le canon devant glisser dans le manchon, traverse une boîte à étoupe qui assure l'étanchéité. L'arme ne comprend que 80 pièces faciles à démonter sans le secours d'aucun outil. Tous les ressorts sont des ressorts à boudin. La mitrailleuse est montée sur un trépied à sellette ou sur un affût-chariot. Son calibre est de 8 millimètres et sa longueur est de $1^{\text{m}}08$.

Le poids se décompose comme il suit:

Poids de la mitrailleuse	kilogr.	20
— de l'eau du manchon		6
— de la bande d'alimentation garnie de 250 cartouches		8,450
— de la bande d'alimentation vide		1,650
— de l'affût-trépied		22
— de l'affût-chariot		48

AUTOMOBILES

Le dérapage des automobiles. — Cette question qui a fait l'objet d'une étude détaillée dans le *Génie Civil* (1), est analysée par MM. HORACE DARWIN et C. V. BURTON, dans un mémoire présenté à la Bri-

tish Association et que reproduit l'*Engineering*, du 9 septembre.

Les conclusions des auteurs sont les suivantes:

1° La forme ordinaire des automobiles dans laquelle les roues d'arrière sont motrices et freinées, est éminemment favorable au dérapage;

2° Une voiture dans laquelle les roues d'avant sont motrices et les roues d'arrière directrices est moins sujette à déraiper; si elle déraipe, ce sera d'ailleurs avec des conséquences moins dangereuses. Cette disposition est, malheureusement, moins avantageuse en ce qui concerne la direction;

3° La disposition qui consiste à placer les quatre roues aux quatre sommets d'un losange, les axes des roues étant parallèles à une même diagonale (type Mabley) et dans laquelle les roues médianes, montées sur le même axe, sont motrices et les roues d'avant et d'arrière directrices, n'est pas susceptible de déraiper. Une pareille voiture se dirige bien, mais elle manque de stabilité et a d'autres inconvénients pratiques;

4° Une voiture à six roues, quatre médianes disposées en rectangle et deux directrices en tête et en queue, analogue au type Mabley, n'aurait pas ces inconvénients et ne déraiperait pas.

Le chemin de fer de l'Équateur, de Guayaquil à Quito. — Dans une étude que donne l'*Engineering News*, du 11 août, M. Y. A. HARMAN expose dans quelles conditions a été construit ce chemin de fer qui part de Guayaquil, port sur le Pacifique, pour aboutir à Quito, la capitale, à 2690 mètres d'altitude, en passant au pied du Chimborazo. En ce point le profil atteint son altitude maximum, soit 3245 mètres.

Les principales difficultés de construction et d'exploitation sont résumées de la façon suivante par l'auteur: absence complète de statistique et même de renseignements d'aucune sorte sur la hauteur des pluies et le régime des cours d'eau; la ferme conviction qu'avaient les habitants de l'impossibilité de construire une semblable ligne, conviction s'expliquant par l'avortement des premières tentatives; le manque de crédit de la République de l'Équateur dans le pays même et à l'étranger; des conditions climatiques rigoureuses; la pente très raide de la chaîne des Andes; la formation géologique d'âge relativement récent de ces montagnes; le manque absolu de main-d'œuvre dans les régions élevées; l'éloignement des bases d'approvisionnement aussi bien pour les denrées alimentaires que pour les matériaux de construction; le caractère torrentiel des pluies tropicales dans la partie basse de la ligne; les crues soudaines et formidables des cours d'eau dans la montagne; enfin, l'existence de terrains mouvants, sur près de 13 kilom. de longueur, dans la région de Palmira.

La charge traînée par la locomotive et son tender (sans compter le poids de ces deux voitures), à la montée, est de 80 tonnes, dont 35 de poids mort; à la descente elle est de 250 tonnes dont 100 de poids mort.

Le matériel roulant a été construit spécialement pour la ligne; en plus du Westinghouse, chaque voiture est équipée d'un frein à main puissant. Les pentes atteignent jusqu'à 5,5 % et les rayons de courbure descendent jusqu'à 60 mètres.

Le chemin de fer circumbaïkalien. — La *Zeitung des Vereins deutscher Eisenbahnverwaltungen*, du 28 septembre, annonce que, le 25 du même mois, la ligne circumbaïkalienne, dont le *Génie Civil* avait récemment parlé (1), a été mise en exploitation. Les travaux ont, en effet, été achevés avec la plus grande activité, en raison des nécessités de la guerre russo-japonaise.

Sur une seule section de 25 kilom. de longueur il a fallu percer treize tunnels, représentant au total plus de 4 kilom. dans un terrain rocheux. La perforation par machines électriques fonctionnant avec du courant alternatif provenant d'une usine provisoire a été employée sur une vaste échelle. L'usine fournissait en même temps l'éclairage et l'énergie pour la commande des pompes et des ventilateurs.

Le montage d'un pont métallique de 128 mètres de longueur, sur la baie de Beresow, a présenté les plus grandes difficultés, en raison des tempêtes qui ont régné sur le lac au mois d'août.

Néanmoins, tous les obstacles ont été surmontés et la ligne a été, paraît-il, exploitée dès les premiers jours avec un mouvement quotidien de seize trains.

(1) Voir le *Génie Civil*, t. XLIV, n° 49, p. 301.(4) Voir le *Génie Civil*, t. XLIII, n° 23, p. 392, et 26, p. 407.(4) Voir le *Génie Civil*, t. XLIV, n° 47, p. 274.

CONSTRUCTIONS NAVALES

Navires de guerre de construction récente dans la marine japonaise. — Depuis 1897 le Japon a construit plusieurs unités navales nouvelles faisant partie d'un programme d'ensemble; ce sont 4 cuirassés d'escadre, 6 croiseurs cuirassés, 3 croiseurs de deuxième classe, 1 navire porte-dépêches et 20 destroyers. Des renseignements particuliers et les caractéristiques de chacune de ces grandes unités et de chacun des types de destroyers sont donnés, en majeure partie sous forme de tableaux, dans l'*Engineering*, du 12 août. L'auteur est le vice-amiral SASO, directeur des Constructions navales japonaises.

Dans un premier tableau sont indiqués : le type, nom des constructeurs de la coque et de la machinerie, les dimensions, le tonnage, les tirants d'eau, le type de gouvernail, le rayon d'action, le chargement en combustible, les vitesses et certains coefficients calculés de façon à fixer le caractère de chaque unité comme : la finesse, le tonnage par surface ou hauteur immergée, la position des centres de poussée et de gravité et du métacentre, etc.

Les tableaux suivants donnent la puissance défensive et offensive, le système de protection pour les différentes parties ou organes, les projecteurs de lumière, les particularités relatives au lancement, à l'équipement et à la répartition des charges. Enfin des graphiques donnent la valeur du poids apparent, de l'effort tranchant et du moment fléchissant dans les différentes sections droites selon que le navire est en eau calme, sur la crête ou dans le fond d'une vague.

HYGIÈNE

Des propriétés antiseptiques du sulfate ferrique. — M. le docteur VINCENT, médecin-major de première classe, professeur à l'École d'application du Val-de-Grâce, publie dans la *Revue d'Hygiène*, de juin 1904, le résultat de ses recherches sur les propriétés antiseptiques du sulfate ferrique.

L'emploi de ce sel est d'ailleurs recommandé, soit en dissolution, soit en poudre, soit à l'état de comprimés ou briques, pour la désinfection des urinoirs, l'arrosage des rues et le lavage des ruisseaux des villes, dans les établissements insalubres, les salles de dissection, les hôpitaux, dans la désinfection des vases des égouts ou des fossés, etc. La dose à employer serait de 1 %. Mais l'acide sulfurique libre (15 à 18 %) que contient toujours le sulfate ferrique du commerce en restreint l'emploi; il ne peut être appliqué utilement qu'à la désinfection des milieux qui n'ont pas à souffrir de son action corrosive, c'est-à-dire des eaux usées, des matières fécales et de l'urine, des liquides des fosses d'aisances, du sol.

C'est à la recherche du pouvoir antiseptique de ce sel envers ces divers milieux que l'auteur a plus spécialement consacré ses expériences. Il étudie successivement le pouvoir antiseptique préventif du sulfate ferrique, son pouvoir désinfectant sur les eaux impures et les liquides organiques putréfiés et son action sur les liquides de vidange et les matières fécales normales et pathologiques.

D'après l'auteur, on ne saurait refuser au sulfate ferrique du commerce une valeur antiseptique réelle. Si la désinfection absolue des matières de vidange, des substances organiques putréfiées, du purin, des eaux résiduées, ne peut être réalisée avec ce sel, comme, du reste, avec les autres agents désinfectants, qu'en l'employant en dose considérable, il n'en est pas moins constant qu'on peut obtenir, avec lui, une désinfection relative suffisante pour détruire, au bout d'un ou plusieurs jours, non seulement les microbes de la putréfaction, qui sont les moins résistants, mais encore le bacille du colôn, dont la vitalité est très grande, celui de la fièvre typhoïde, le spirille du choléra.

Toutefois la quantité de sel à employer doit être assez élevée : 50 kilogr. par mètre cube de matière à désinfecter.

M. Vincent ayant fait l'étude comparée des substances chimiques les plus employées comme agents désinfectants, en se fondant sur le contrôle bactériologique, a établi une classification de divers agents, d'après leur pouvoir antiseptique, leur valeur désodorisante, leur prix d'achat, etc. Il range le sulfate ferrique, dont le pouvoir désodorisant est assez bon, après le sulfate de cuivre, le crésyl, le chlorure de chaux, le lysol, le solvél et les bases alcalines telles que la soude et la potasse caustiques. Son pouvoir est à peu près équivalent à celui de l'acide phénique, dans les mêmes conditions. Il est incomparablement plus actif que le sulfate ferreux, le chlorure de zinc et l'huile lourde de houille, qui n'ont qu'une valeur désinfectante extrêmement faible.

Les filtres de Philadelphie pour la purification des eaux destinées à l'alimentation. — Ces filtres à sable, qui constituent l'installation la plus importante de ce genre qui ait été entreprise dans le monde entier (1), sont décrits dans l'*Engineering News*, du 18 août.

Les eaux sont prises dans la Schuylkill River et dans la Delaware, au voisinage de la ville; elles sont particulièrement impures. La filtration se fait en quatre points différents; les réservoirs de ces différents filtres ont une capacité totale de 1 600 000 mètres cubes, ce qui, à raison de 675 litres par habitant et par jour, suffira pour une population de 2 300 000 habitants. Philadelphie en compte actuellement 1 350 000.

L'article commence par une étude historique de la question, montrant comment on a été conduit à adopter ce système d'alimentation qui à première vue ne semble pas être à la hauteur des derniers progrès que l'hygiène a réalisés dans la matière; il se termine par une description détaillée de chacune des quatre installations de filtres, de leurs réservoirs et de leurs usines élévatoires.

MINES

Utilisation des résineux comme bois de mine.

— Dans une communication à la *Société des Agriculteurs de France* (bulletin de mai 1904) M. Roy signale un nouveau et important débouché offert à nos régions boisées du Centre et de l'Est, par l'industrie minière du Nord : en effet, les besoins de celle-ci croissant dans des proportions toujours plus considérables, elle se montre moins exigeante qu'autrefois et recherche, comme *étais*, à des prix rémunérateurs, les essences qu'elle proscrivait auparavant, telles que les diverses essences de pins, mélèzes, et sapins épicéas.

La Sologne répond à cette demande depuis cinq ou six ans déjà et l'auteur montre qu'en 1899 le mètre cube de bois y était payé, franco en gare de Lens, 21 fr. 84, soit en gare de départ 16 fr. 20 le mètre cube de grume, prix très acceptable, étant données les petites dimensions de ces bois.

Il y aurait grand intérêt, d'après lui, à pousser dans ce but la multiplication des résineux dans le département de la Nièvre, relativement peu éloigné des centres miniers du Nord, auxquels il est relié par canaux. M. Roy indique les conditions et les proportions exigées par les Compagnies minières pour les diverses catégories de bois de mine : rallonges et queues ou menuises; il regrette que l'un des principaux obstacles contre lesquels on ait à lutter dans le Morvan soit la routine, les marchands y étant habitués à cuber au pied et non au mètre cube en grume, comme c'est l'usage dans les mines. Il espère que ce préjugé disparaîtra bientôt devant le très réel avantage que présenterait cette utilisation des bois pour le Morvan; il insiste sur la nécessité, pour le vendeur, de connaître parfaitement sa classification en étais et d'acquiescer une éducation visuelle qui lui permette d'évaluer rapidement le parti à tirer d'une perche.

Étais métalliques pour chantiers d'exploitation. — Depuis longtemps déjà, on s'efforce, dans l'industrie des mines, d'utiliser le fer au lieu du bois dans les travaux de soutènement, notamment lorsqu'il s'agit de galeries à grande section, car l'emploi d'étais en fer reste généralement trop dispendieux pour les chantiers d'exploitation.

M. MIDDENDORF décrit dans la *Revue universelle des Mines*, de juin 1904, un étai métallique qui semble cependant se prêter avec avantage au soutènement des tailles. En usage depuis quelque temps déjà à la mine *Holland*, près de Wattenscheid, cet étai donnerait d'excellents résultats.

Il se compose essentiellement de tubes Mannesmann sans soudure, télescopant l'un sur l'autre. Les parois de tubes ont 3^m 5 d'épaisseur; le plus gros a un diamètre de 82 millimètres et le plus étroit coulisse dans le précédent avec un jeu de 2 millimètres. L'étai se termine en pointe à la partie inférieure pour pouvoir s'incruster dans le mur; il porte en tête une petite plaque en fonte qui s'emmanche sur le petit tube. Les deux parties de l'étai sont fixées dans leur position respective par une ceinture de 80 millimètres de hauteur, en forme de cloche, qui est serrée par une vis sur le tube le plus étroit et lui sert d'appui. La longueur de l'étai est variable; à la mine *Holland*, elle est de 3 mètres ou de 2^m 20. Le poids d'un étai de 2 mètres est de 25 kilos et corres-

pond à peu près à celui d'un étai de sapin de même longueur. Pour de plus grandes dimensions, l'étai métallique est plus léger qu'un étai en bois de même longueur.

Le caractère spécial de cet étai, qui résulte de sa construction et permet son emploi dans la mine, consiste en ce qu'il cède de lui-même, en cas de pression exagérée, par suite du coulisage des tubes. Il en résulte une charge égale sur tous les étais voisins et la possibilité de les reprendre.

La résistance à la flexion des étais essayés est telle que, dans tous les cas, on a observé plutôt un glissement de la ceinture qu'une flexion ou une cassure du poteau.

Les dépôts de mercure de la Californie. — Dans l'*Engineering and Mining*, du 8 et du 15 septembre, M. William FORSTNER étudie la nature et le mode de formation des gisements de mercure, en particulier ceux de la Californie, où, délégué par le Bureau des Mines, il vient de faire un voyage d'études statistiques.

Après avoir rapporté un grand nombre de faits relatifs à ces gisements, et discuté la valeur des hypothèses qui ont été faites sur leur origine, il expose la théorie qui les explique par l'intervention des phénomènes ignés, et sans laquelle il serait impossible de comprendre la présence du mercure natif à la base de la plupart des gisements. C'est généralement en ces points que la diminution de la teneur du métal se produit le plus nettement.

De l'examen des différents gisements de Californie, l'auteur conclut qu'il est impossible de leur assigner à tous un seul et même mode de formation, comme on l'a fait quelquefois; chacun d'eux doit être étudié en particulier.

PHYSIQUE INDUSTRIELLE

La surchauffe de la vapeur dans les locomotives. — M. Ludwig von Löw consacre un article, dans le *Dinglers Polytechnisches*, du 24 septembre, à l'étude de la surchauffe dans les locomotives, et des surchauffeurs inventés en vue de cette application spéciale.

L'emploi de la surchauffe, en réduisant les condensations, diminue la dépense en eau de la chaudière, — ce qui, toutefois, n'entraîne pas une économie correspondante en combustible, comme le montre l'auteur par un exemple — de sorte que cet avantage n'a qu'une importance secondaire, bien qu'appréciable pour les locomotives-tenders.

L'amélioration du rendement thermique est également, dans la pratique, minime, d'après les calculs de M. von Löw.

Quant à l'utilisation, pour la surchauffe de la vapeur ou pour le réchauffage de l'eau d'alimentation, les avis sont partagés sur son efficacité; l'auteur cite MM. Brückmann et von Borries, le premier la rejette, tandis que le second la préconise.

L'auteur critique les dispositions des deux surchauffeurs pour locomotives qui ont déjà été appliqués, celui de M. Schmidt et celui de M. Pielock (1), ainsi que du système Wolf, employé sur les locomotives de ce constructeur. Dans ce dernier, l'appareil n'est réchauffé que par les gaz déjà refroidis qui s'en vont à la cheminée, tandis que, dans les deux autres, le surchauffeur est entouré de gaz à haute température.

Il termine en émettant des réserves sur l'efficacité des surchauffeurs, tout au moins dans l'état actuel des choses, en raison des difficultés que présente l'évaluation précise des données nécessaires pour l'apprécier, surtout dans le service courant des chemins de fer, où l'habileté personnelle du mécanicien joue un grand rôle dans l'utilisation de la chaleur et de l'énergie disponibles dans la chaudière de la locomotive.

Essais comparés des chaudières aquatubulaires pour le service à bord des navires de guerre anglais. — Le Boiler Committee de l'Amirauté anglaise, ayant été appelé à donner son avis sur le choix des chaudières aquatubulaires convenant aux navires de guerre anglais, avait retenu les quatre types : Niclausse, Babcock et Wilcox, Dürr, et Yarrow à larges tubes.

Des essais de longue durée viennent d'être faits à bord des croiseurs de troisième classe *Medusa* et *Medea* avec les chaudières Dürr et Yarrow. Ces deux navires sont du même type, de mêmes dimensions; ils ont été construits et lancés en même temps et ils ont la même machinerie; les essais, d'un caractère

(1) Voir le *Genie Civil*, t. XL, n° 4, p. 58.

(4) Voir le *Genie Civil*, t. XLII, n° 27, p. 428.

tout à fait pratique, étaient donc aussi comparables que possible.

Le résultat de ces essais et la façon dont ils ont été conduits sont donnés dans l'*Engineering*, des 26 août et 9 septembre.

RÉSISTANCE DES MATÉRIAUX

Essais sur les poutres en béton armé. — L'*Engineering Record*, du 13 août, reproduit un mémoire de M. A. N. TALBOT, sur les résultats qu'ont donnés des essais faits par lui, à l'Université de l'Illinois, sur les poutres en béton armé.

Dans ces expériences on s'est efforcé de mesurer avec la plus grande exactitude les déformations horizontales pendant la mise en charge et de déterminer la part de résistance qui revient au métal et au béton. On a aussi étudié les effets d'une modification dans la quantité, la situation, l'état et la disposition du métal de l'ossature; de même, la déformation de la fibre neutre, ainsi que les rapports pouvant exister entre la limite d'élasticité du métal et la résistance totale de la poutre.

La plupart des résultats trouvés sont représentés sous forme de graphiques, et sont interprétés par l'auteur dans une série de conclusions par lesquelles l'article se termine.

Des recherches du même genre faites par M. F. E. TURNAURE, à l'Université de Wisconsin, sont rapportées dans un mémoire de l'*Engineering Record*, du 3 septembre; elles ont porté sur la détermination de l'apparition des premières craquelures, la position de la fibre neutre à différents stades de l'essai à charge progressivement croissante et sur la détermination d'une série de grandeurs caractéristiques, relatives à la résistance, selon la manière de renforcer le béton et de charger la poutre.

Machine universelle à essayer, de 300 tonnes, du Conservatoire des Arts et Métiers, à Paris.

— La description de cette machine, construite par MM. Buckton and Co, de Leeds, et qui a fait ici même l'objet d'une étude détaillée (1), est donnée dans l'*Engineering*, du 12 août, et l'*Engineer*, du 2 septembre, par M. J. H. WICKSTEED, sous la forme d'un mémoire présenté à la dernière réunion de la British Association.

L'auteur fait précéder cette description d'un résumé historique relatif aux machines à essayer les matériaux et pièces de construction, et insiste sur les avantages des essais de matériaux tels qu'ils sont employés dans la construction.

Résistance des tôles de fer à la température ordinaire et aux températures élevées. — M. BACH expose, dans la *Zeitschrift des Vereines deutscher Ingenieure*, du 27 août et du 3 septembre, les résultats d'expériences qu'il a entreprises sur la résistance des tôles de chaudières en fer. Il a opéré sur quinze tôles différentes, les unes vieilles les autres neuves, dans lesquelles on a découpé, puis tourné des éprouvettes cylindriques de 10 à 20 millimètres de diamètre, recuites après façonnage.

Chacune de ces tôles a été l'objet d'une analyse chimique, et, de plus, d'essais à la traction à 20, 200, 300 et 400 degrés. Les diagrammes de ces essais sont reproduits, ainsi que les tableaux d'observations qui ont servi à les établir, dans une série de planches.

L'auteur conclut en insistant sur la nécessité d'essayer à température élevée les tôles destinées aux chaudières et réservoirs de vapeur de toutes sortes, les ténacités à froid et à chaud étant notablement différentes.

TÉLÉGRAPHIE

Télégraphie électrique. — Dans le numéro de juillet 1904 de la *Revue du Génie*, le capitaine NORMAND donne un intéressant compte rendu des opérations qu'a nécessitées la construction de la ligne électrique de la Zousfana, entre Beni-Ounif et Taghit.

Ce qui caractérise une pareille entreprise, c'est qu'elle a eu lieu sous la perpétuelle menace d'une surprise et d'une attaque; c'est donc une opération militaire au premier chef, et d'autant plus dangereuse que la pose d'une ligne télégraphique comporte des chantiers échelonnés et, pour chaque chantier, une grande dispersion par petits groupes d'hommes, tandis que les précautions militaires les plus élémentaires exigeraient que la colonne fût toujours groupée, et que les travailleurs ne s'écartassent jamais en dehors du rayon de protection d'une escorte toujours trop peu nombreuse.

Le second point caractéristique de cette petite ex-

pédition a été la difficulté des transports. Le capitaine Normand fait, à ce sujet, d'intéressantes observations sur les différents procédés usités dans ce semi-désert, et ces constatations ne sont pas à l'avantage du chameau classique.

Le transport par chameau coûte de 1 fr. 50 à 3 fr. 50 la tonne kilométrique; l'animal est un capital rapportant à son propriétaire un intérêt net de 400 à 600 %. La voiture du pays est l'araba, châssis simple et léger, monté sur deux roues élevées, qui permettent de passer à peu près partout. L'expédition ne put s'en procurer un assez grand nombre, et eut recours à des charrettes, plus lourdes il est vrai, mais d'un rendement bien supérieur à l'araba, et capables de porter vingt-cinq à trente poteaux. L'emploi de voitures nécessita l'établissement d'une piste, facile à faire sur le terrain solide, mais, dans la traversée des dunes de sable, il fallut exécuter une plate-forme en fascines.

Le prix de transport du quintal, de Beni-Ounif à Taghit, a été de 7 fr. 43 par arabas, et de 4 fr. 83 sur des charrettes attelées à cinq mulets, et chargées à 2 500 kilogrammes.

Si l'on employait ce dernier mode de transport, au lieu de chameaux, pour le ravitaillement du poste de Bechar, il serait possible de réaliser une économie annuelle de 1 736 000 francs.

La mission dut utiliser des poteaux en bois, très lourds, les poteaux métalliques démontables du système Nou ayant paru d'un prix trop élevé. On employa du fil de fer de 5 et 4 millimètres, le fil de cuivre constituant un appât trop tentant aux déprédations des indigènes.

Les postes extrêmes reçurent le télégraphe Morse, et furent en outre dotés du microtéléphone Ader, avec poste intermédiaire à Djenan-el-Dar. On a aussi installé, à Ksar-el-Azoudj et El-Morra, des postes téléphoniques, en vue de localiser facilement les ruptures en cas d'occident.

La dépense fut, au total, de 35 000 francs, y compris l'achat du matériel de transport et le remboursement du matériel de la ligne, effectué à l'Administration des Postes.

La longueur de la ligne étant de 160 kilom., le prix kilométrique ressort à 180 francs, et 160 francs si l'on défalque la valeur du matériel disponible à la fin de l'entreprise.

Le crédit affecté pour la création de la piste a été de 5 000 francs. Le kilomètre de piste est donc revenu à 31 fr. 24.

Les 120 derniers kilomètres purent être exécutés en un mois, soit une moyenne de 4 kilom. par jour.

TRAVAUX PUBLICS

Le pont sur le Merrimac, à Newburyport (États-Unis). — Ce pont, qui comporte une voie charretière de 9^m 15 et un trottoir pour piétons, de 1^m 80, a six travées. Il y a quatre travées métalliques fixes de 62^m 80 ou de 63^m 40 de portée et une travée centrale mobile double formant pont tournant et laissant deux passes navigables de chacune 31^m 50 de largeur. La membrure inférieure est horizontale, la membrure supérieure est en dos d'âne.

La description de l'ouvrage et sa construction sont données dans l'*Engineering Record*, du 20 août.

Une des particularités de ce pont est le mode de construction adopté pour les piles. Comme le lit du fleuve présentait un fond de sables mobiles sur plus de 12 mètres de profondeur, on décida de traverser toute cette couche sans consistance et d'aller jusqu'au bon sol, soit jusqu'à 20^m 80. Pour y atteindre rapidement et économiquement, on a employé pour chaque pile, deux larges cylindres en fonte complètement remplis de béton, réunis et entretoisés dans leur partie supérieure.

La pile centrale servant d'appui à la travée mobile est constituée par cinq cylindres semblables, placés sur un cercle de 15 mètres de diamètre et un sixième, placé au centre; le tout est surmonté de la table fixe destinée à répartir le poids du tablier mobile.

La manœuvre du pont tournant se fait électriquement et comporte l'emploi : d'un moteur de 25 chevaux pour le mouvement de rotation, de deux moteurs de 15 chevaux pour le soulèvement et de deux autres moteurs de 1,5 cheval pour la mise en mouvement des barrières de clôture. Cette dernière manœuvre se fait automatiquement avant l'ouverture ou la fermeture du pont, et elle est commandée comme les autres mouvements par le mécanicien placé dans une cabine située au centre du tablier mobile. Ces barrières ont une masse et une résistance suffisantes pour arrêter des attelages lancés à grande vitesse.

Ouvrages récemment parus.

Abrégé de la Chimie des parfums, par P. JEAN-CARD, Ingénieur des Arts et Manufactures, et Conrad SATIE, chef de laboratoire de la maison Jeancard fils. (*Encyclopédie des Aide-Mémoire.*) — Un volume petit in-8°, de 190 pages. — Gauthier-Villars, éditeur, Paris, 1904. — Prix : broché 2 fr. 50; cartonné 3 francs.

Après avoir décrit sommairement les méthodes d'analyse susceptibles d'être employées dans l'étude des parfums, les auteurs s'occupent des constituants. Dans cette étude, les corps sont groupés d'après leur fonction chimique, et dans une série de tableaux se trouvent réunies les différentes constantes des corps envisagés. Chaque groupement est précédé des réactions générales de la fonction et de la manière de la caractériser.

Ils abordent ensuite l'étude des essences classées par ordre alphabétique. Pour chaque essence, on trouve des renseignements sur la famille botanique, le procédé d'extraction à employer, le rendement, les constituants avec leurs proportions, et enfin les constantes physiques et chimiques.

Une utile innovation consiste dans l'emploi des chiffres précis pour indiquer la viscosité et la solubilité dans l'alcool dilué des essences et des constituants.

Traité pratique du tracé et de la taille des engrenages, par Louis WÈVE, Ingénieur, professeur à l'École industrielle de Namur. — Un volume grand in-8°, de 160 pages, avec 71 figures. — Béranger, éditeur, Paris, 1904. — Prix : relié, 7 fr. 50.

Depuis quelques années, l'usage des fraises, d'abord répandu en Amérique, s'est introduit dans les principaux ateliers de construction du continent et a remplacé dans bien des cas le travail des machines à raboter et à mortaiser.

On utilise notamment les fraises pour la fabrication des engrenages taillés, qui tendent à supplanter les engrenages fondus dans les machines bien construites.

C'est pour répondre aux besoins créés par le développement de cette branche spéciale de la construction mécanique, jusqu'ici peu étudiée au point de vue pratique, que l'auteur, s'appuyant sur diverses publications américaines et sur les renseignements recueillis dans les ateliers, a rédigé ce traité.

Il y étudie successivement la classification et les proportions des engrenages, la coulee des roues et pignons, les engrenages à développante, épicycloïdaux, etc.; le tracé et la taille des engrenages coniques, et les machines créées dans ce but; les roues hélicoïdales et vis tangentielles.

La seconde partie de l'ouvrage est consacrée à l'application du calcul trigonométrique à la détermination des éléments des roues dentées : exemple de calcul d'une roue hélicoïdale, résistance au mouvement des engrenages, etc.

Les accumulateurs électriques, par L. JUMAU, Ingénieur-électricien. — Un volume in-8°, de 926 pages, avec 594 fig. — V^e Ch. Dunod, éditeur, Paris, 1904. — Prix : broché, 27 fr. 50; cartonné, 29 francs.

Le travail de M. Jumaу embrasse la question des accumulateurs d'une façon complète. C'est surtout de l'accumulateur au plomb qu'il est question dans cet ouvrage. Cependant tous les autres couples sont traités d'une façon détaillée, et un chapitre est réservé aux considérations relatives à la découverte possible d'un accumulateur supérieur à l'élément au plomb.

L'auteur étudie successivement les piles réversibles au point de vue théorique et technique, puis les procédés de fabrication des accumulateurs. Il donne une monographie détaillée de presque tous les types de ceux-ci, ainsi que leurs principales constantes.

Le livre se termine par l'étude des applications actuelles et des applications possibles des accumulateurs. Il indique pour chacune d'elles les qualités à exiger des éléments, ainsi que les prescriptions relatives au montage, à l'exploitation et à l'entretien des batteries dans chaque cas particulier. Des exemples d'installations et des résultats d'exploitation complètent cet important ouvrage.

Le Gérant : H. AVOIRON.

IMPRIMERIE CHAIX, RUE BERGÈRE, 20, PARIS.

(1) Voir le *Génie Civil*, t. XLV, n° 9, p. 437.

LE GÉNIE CIVIL

REVUE GÉNÉRALE HEBDOMADAIRE DES INDUSTRIES FRANÇAISES ET ÉTRANGÈRES

Prix de l'abonnement par an. — Paris : 36 francs; — Départements : 38 francs; — Étranger et Colonies : 45 francs. — Le numéro : 1 franc.

Administration et Rédaction : 6, rue de la Chaussée-d'Antin, Paris.

SOMMAIRE. — Travaux publics : Le pont suspendu Élisabeth, à Budapest (planche XXV), p. 385; A. BIDAULT DES CHAUMES. — Industries textiles : L'industrie de la Schappe (suite et fin), p. 390; Francis MARRE. — Résistance des matériaux : Essais de matériaux à la traction par choc, p. 392. — Variétés : Appareil automatique d'alimentation pour chaudières à vapeur,

p. 396; — Le chargement des hauts fourneaux, p. 396; — Bétonnière doseuse, p. 397; — Locomotive de montagne de 150 tonnes, système Shay, p. 397. SOCIÉTÉS SAVANTES ET INDUSTRIELLES : Académie des Sciences (3 octobre 1904), p. 398. — BIBLIOGRAPHIE : Revue des principales publications techniques, p. 398; — Ouvrages récemment parus, p. 400.

Planche XXV : Le pont suspendu Élisabeth, à Budapest.

TRAVAUX PUBLICS

LE PONT SUSPENDU ÉLISABETH, A BUDAPEST

(Planche XXV.)

L'inauguration, qui remonte à quelques mois, du nouveau pont suspendu de Budapest, le pont Élisabeth, a marqué un pas de plus dans

Il complète une série d'ouvrages d'art destinés à faciliter, à mesure que le besoin en devenait plus pressant, les communications entre les deux villes qui forment la capitale de la Hongrie. Six ponts permanents, y compris le pont Élisabeth, existent déjà sur le territoire de Budapest; deux d'entre eux donnent passage au chemin de fer, en amont et en aval de la ville. Trois autres ponts sont prévus, l'un d'eux est projeté. Déjà, sur une distance de 2500 mètres, on rencontre quatre ponts importants qui constituent des spécimens variés et



FIG. 1. — PONT ÉLISABETH, A BUDAPEST : Vue générale de la ville et des ponts.

la faveur qui revient aujourd'hui aux ponts suspendus et dont le *Génie Civil* a eu, ces dernières années, l'occasion de signaler divers exemples ⁽¹⁾. Ce remarquable ouvrage, d'une simplicité de lignes qui s'harmonise heureusement avec le large horizon du fleuve et de la ville (fig. 1), franchit le Danube par une travée principale de 290 mètres et deux travées de rives de 44^m 30 chacune.

(1) Voir le *Génie Civil*, t. XXIX, n° 20, p. 316 et n° 21, p. 333; t. XXXI, n° 40, p. 452; t. XXXVII, n° 4, p. 5; t. XLIII, n° 40, p. 145.

remarquables : le pont Marguerite, construit en 1876 et prolongé en 1899; le premier pont suspendu, construit par l'Ingénieur anglais Clark de 1840 à 1849; le pont François-Joseph, terminé en 1896 ⁽¹⁾, et enfin, entre ces deux derniers, le pont Élisabeth (Erzsébet-híd), dont nous donnerons une courte description d'après les renseignements fournis par M. l'Ingénieur Czekelius, sous la direction duquel ce pont

(1) Voir le *Génie Civil*, t. XXXI, n° 2, p. 17.

a été projeté par les Ingénieurs du Service des Ponts du Ministère du Commerce de Hongrie.

De tous les ponts existant actuellement en Hongrie, le pont Elisabeth est le plus important, soit par ses grandes dimensions, soit par la

composée de deux poutres principales continues, dont les membrures supérieures constituent un arc unique sur toute la longueur de l'ouvrage, tandis que les membrures inférieures sont profilées suivant des arcs différents pour les travées médianes et extrêmes. Il est suspendu

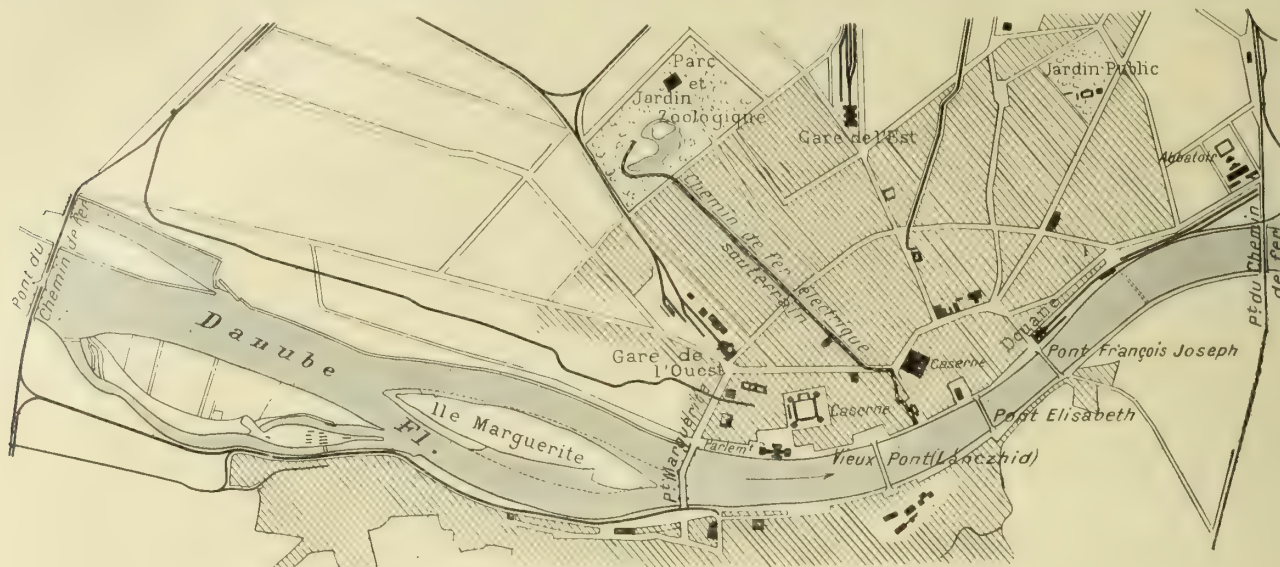


FIG. 2. — Plan partiel de Budapest, montrant la série des ponts sur le Danube.

portée considérable de sa travée principale. Les auteurs du projet auraient pu cependant sans inconvénient augmenter cette dernière, s'ils n'avaient préféré obéir à des raisons d'esthétique. On jouit à Budapest d'un splendide panorama sur le Danube. Les deux ponts immédiatement voisins de celui-ci, le vieux pont suspendu à chaînes (Lancz-hid) et le pont François-Joseph, du type cantilever, présentent à peu près le même aspect d'ensemble. On a voulu cette fois adopter des proportions légèrement différentes, pour éviter la monotonie d'ouvrages successifs ayant tous les mêmes grandes lignes. Les deux piles sont très rapprochées des bords du fleuve et les travées latérales sont placées en réalité au-dessus des bas quais, de sorte que toute la largeur semble être franchie par la seule travée centrale.

La partie architecturale est l'œuvre de M. Nagy, qui avait déjà été chargé du même travail pour le pont François-Joseph. Tous les matériaux entrant dans la construction du pont sont de fabrication hongroise, et l'œuvre est regardée par les Hongrois comme synthétisant l'état de développement auquel sont arrivés l'art de l'ingénieur et l'industrie moderne dans leur pays pendant ces dernières années.

à des chaînes passant sur deux pylônes métalliques articulés à leurs bases sur des rotules qui en transmettent la pression aux piles de maçonnerie. Ce tablier est relié aux pylônes par des bielles (fig. 19 et 20) et articulé, à ses extrémités, par d'autres bielles (fig. 3, pl. XXV), sur les culées.

De chaque côté du pont, les deux chaînes qui remplacent ici les câbles métalliques de support sont superposées, et distantes de 4^m 50 environ; les tirants sont fixés alternativement à l'une et à l'autre. Après avoir franchi le sommet des pylônes, elles viennent s'ancrer dans les massifs d'amarrage (fig. 4 et 5, pl. XXV). Les points les plus élevés des chaînes sont respectivement à 50 mètres et 51^m 50 au-dessus des basses eaux du fleuve; la flèche médiane est de $\frac{1}{10}$. Les deux travées latérales sont si courtes qu'on n'a pas jugé utile de les suspendre aux chaînes.

Les pylônes sont contreventés à leurs parties supérieures et inférieures, et constituent des portiques d'un effet décoratif. Les rotules en acier, au nombre de deux sur chaque pile, reçoivent une charge de 7 000 tonnes environ; leurs tourillons ont 30 centimètres de dia-

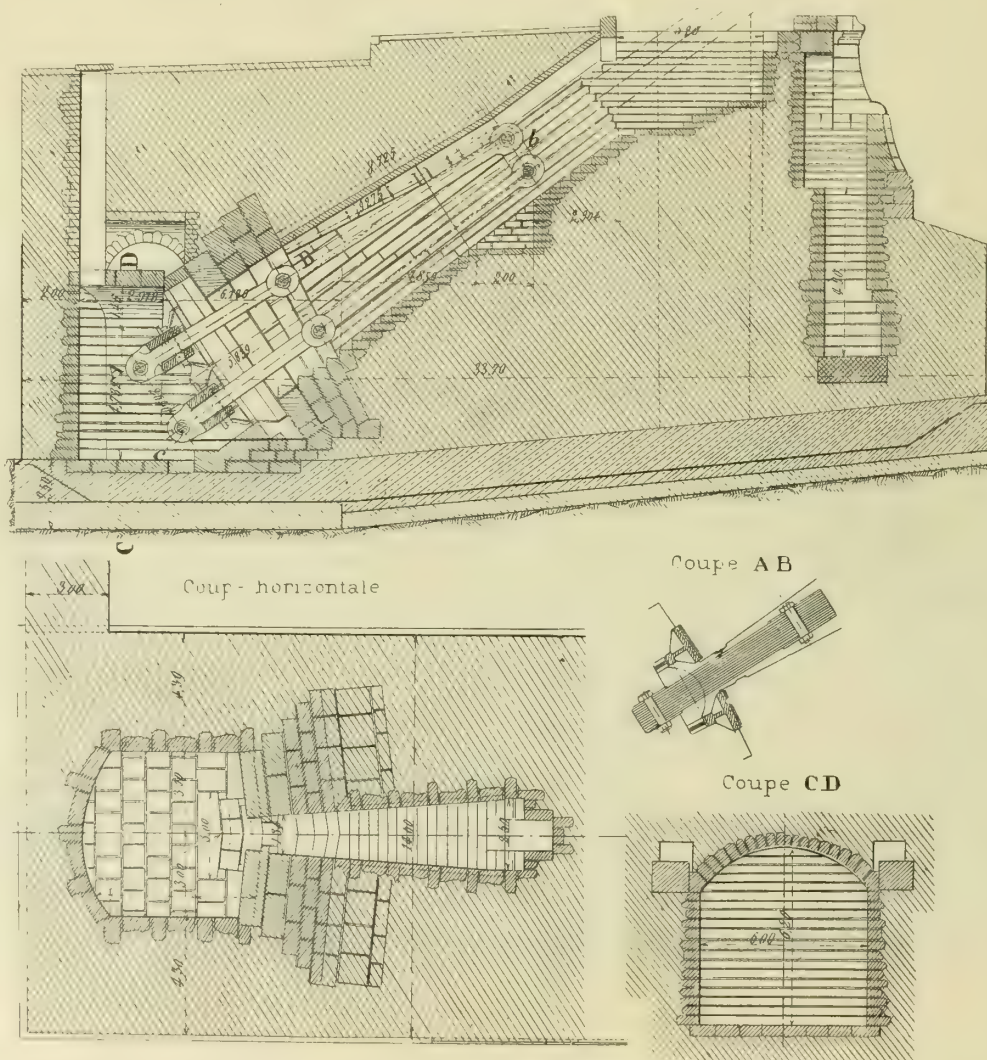


FIG. 3 à 7. — Coupes verticale, horizontale et transversale d'une culée du pont.

mètre. Chacun de ces tourillons est supporté par deux coussinets en acier coulé pesant chacun 15 500 kilogrammes.

Description de l'ouvrage. — Le pont Elisabeth est un pont-route avec deux trottoirs latéraux. Le tablier rigide (fig. 1, pl. XXV) se

Tablier et chaînes. — Le tablier (fig. 6, pl. XXV), mesure 20 mètres de largeur, d'axe en axe des chaînes et des poutres principales;

LE PONT SUSPENDU É

Fig.1. Elévation et

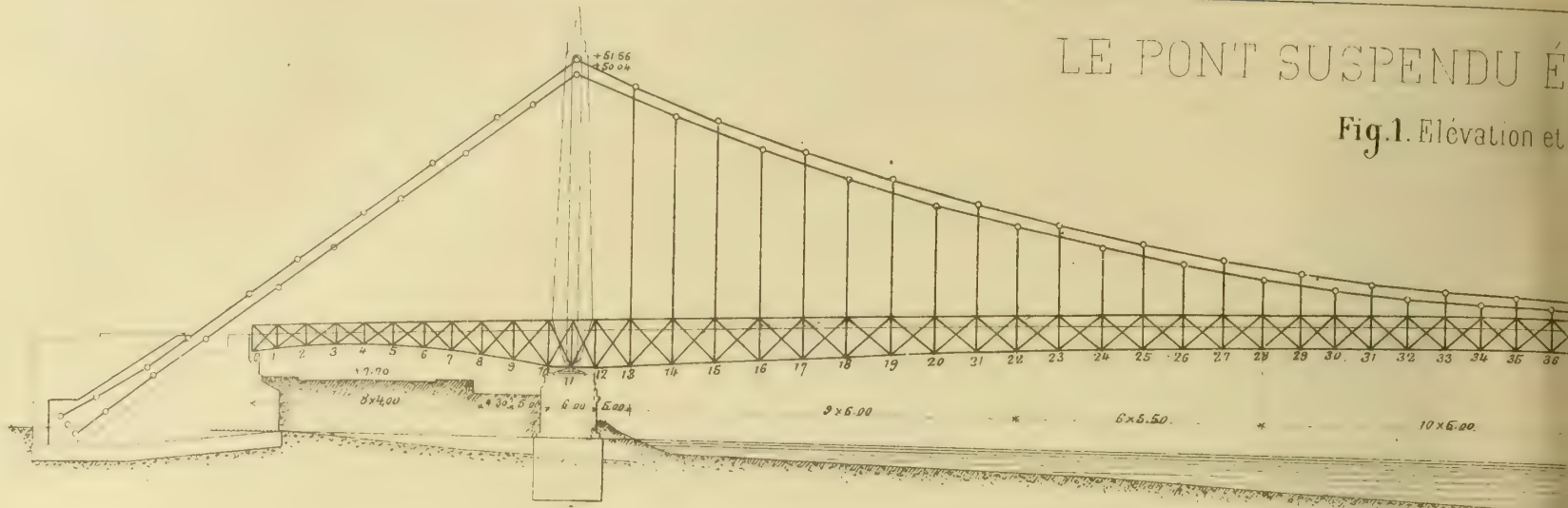


Fig.2. Plan

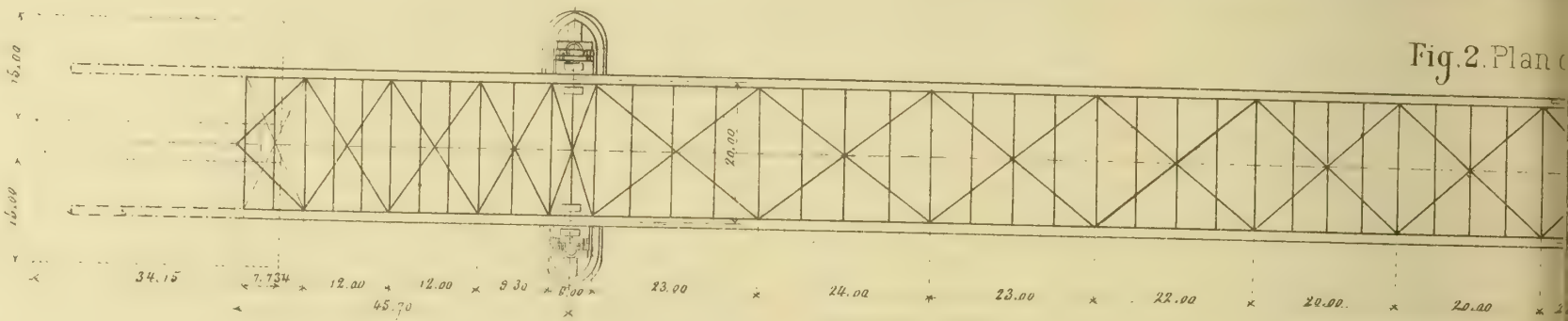


Fig.3. Détails du plan d'une extrémité du pont à différents niveaux

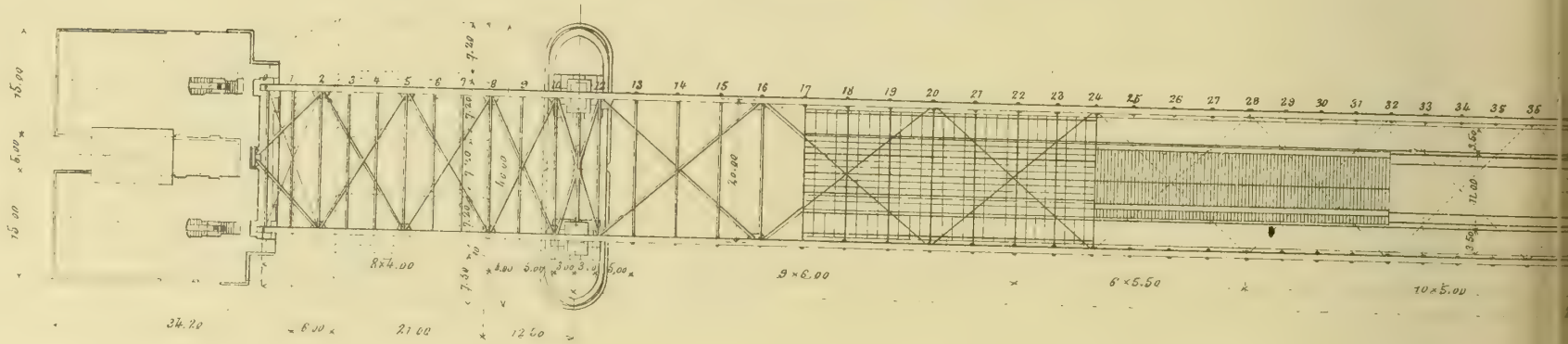


Fig.4. Plan d'une culée et d'une pile

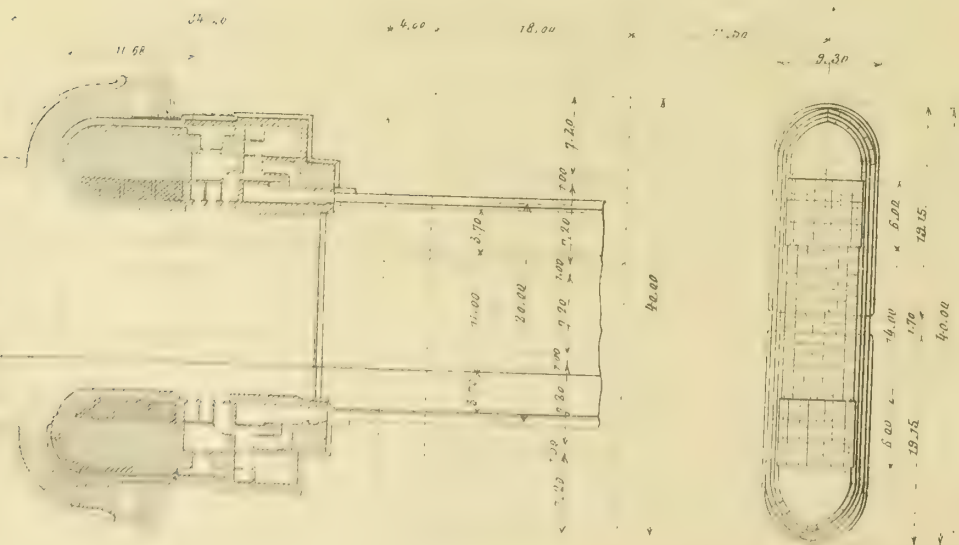
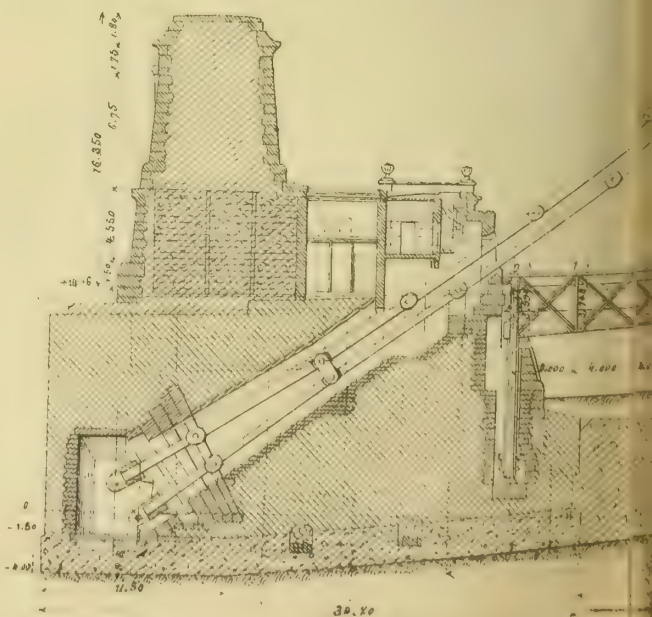


Fig.5. Coupe d'une culée et ancrage des câbles



e longitudinale

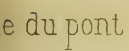


Fig. 7.

Fig.8.

Fig.9.

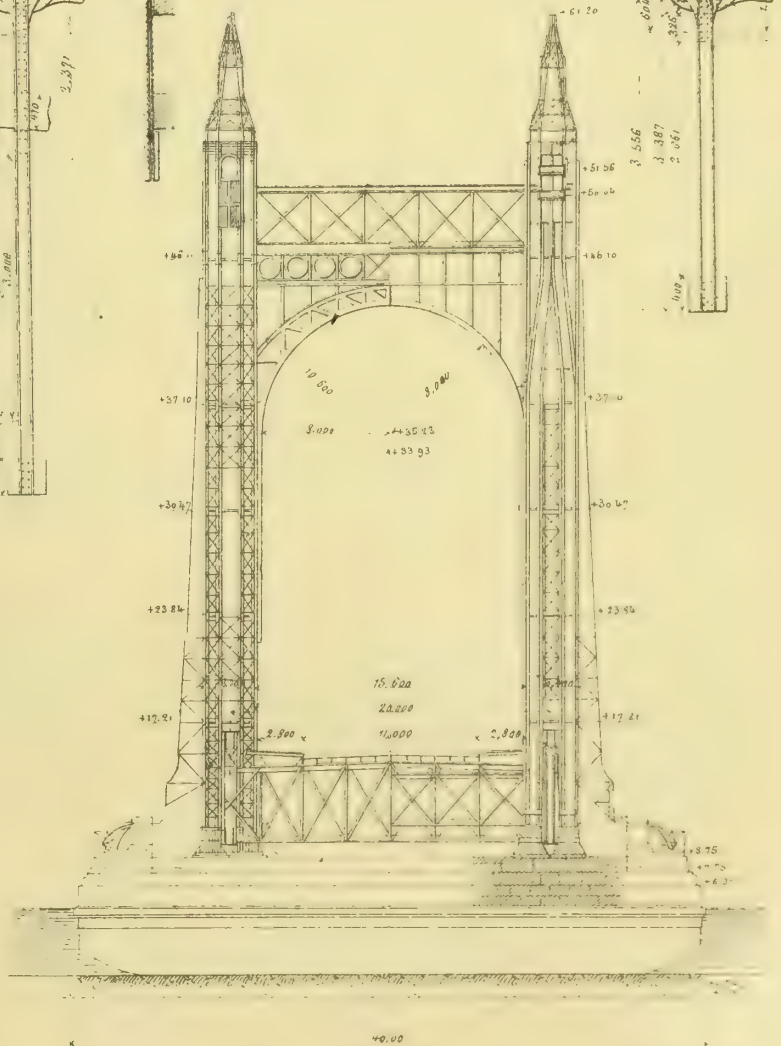
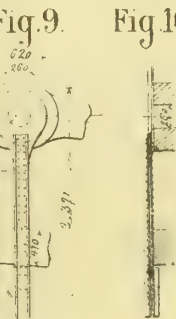
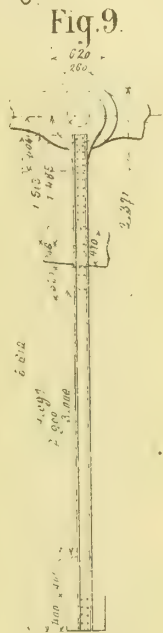
Fig. 10.

Fig. 11.

Fig.12.

Fig.6. Coupe transversale
du pont sur un pylone

Fig.13.



18 mètres entre les garde-corps. Comme le montre la coupe transversale, les membrures des poutres sont en forme d'U; la membrure supérieure est parallèle au profil longitudinal de la chaussée et à 1^m 25 au-dessus de son axe: la perspective reste donc libre, abstraction faite des tirants qui sont généralement espacés de 6 mètres, pour les personnes qui circulent sur les trottoirs. Ceux-ci, construits en tôle ondulée recouverte d'asphalte, ont 3^m 60 de largeur et sont supportés par de légères poutrelles.

Ces poutrelles, ainsi que les longerons de la chaussée, reposent sur les pièces de pont en treillis, qui sont assemblées sur les poutres et contreventées par des diagonales (fig. 2, pl. XXV). Toutes les parties du pont sont ainsi fortement contreventées et solidarisées dans le but de présenter une résistance transversale à toute épreuve.

La traction des chaînes sur les massifs d'ancrage, évaluée à 6 600 tonnes, se répartit, comme l'indique la coupe d'un de ces massifs



FIG. 8 à 11.

limètres, hautes de 40 à 90 centimètres, et réunies au nombre de 19 ou 20 pour former un maillon. La longueur variable de ces maillons atteint jusqu'à 15 mètres pour quelques-uns d'entre eux. La longueur des maillons va en augmentant du milieu de la chaîne vers les extrémités: pour ceux du milieu de la travée centrale, la largeur du corps est de 40 centimètres et celle des têtes 72 centimètres. Les tirants sont fixés aux points d'articulation des maillons successifs, et suspendus aux mêmes

tourillons (fig. 7 à 12, pl. XXV). L'ensemble des chaînes représente 200 maillons qui pèsent 4 270 tonnes.



FIG. 12. — PONT ÉLISABETH, A BUDAPEST : Montage des échafaudages dans la travée centrale (juin 1901).

(fig. 3), sur deux sommiers en acier coulé à nervures, pesant chacun 6 750 kilogr., qui s'appuient eux-mêmes sur des assises de pierre de taille dure. Les deux chaînes d'un même ancrage sont reliées et rendues parallèles au départ par une bielle *b*.

L'usinage de ces plaques de tôle de dimensions considérables, et la nécessité d'ajuster exactement chaque maillon sur son axe, ont été des sources de difficultés heureusement surmontées. Au lieu de procéder par forgeage pour ménager, aux deux extrémités de la barre,

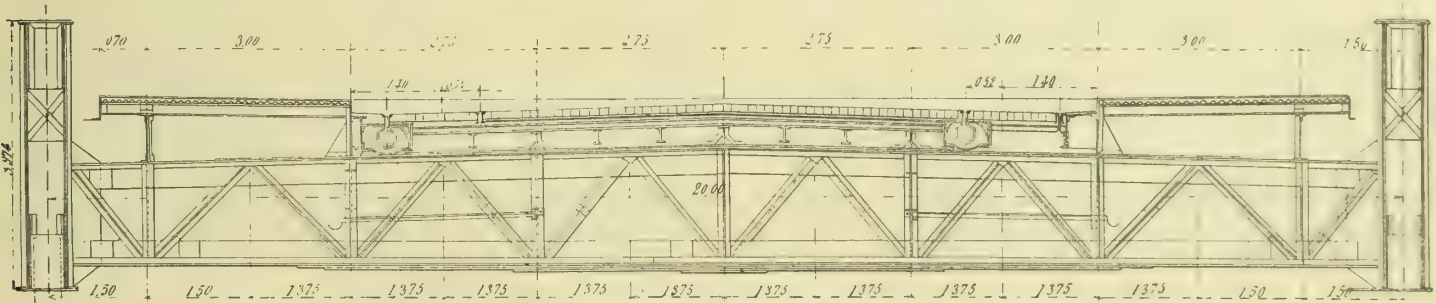


FIG. 13. — Coupe transversale du pont sur une travée de rive, montrant les caniveaux du tramway.

On a ménagé un accès permanent aux extrémités des chaînes pour en assurer l'entretien. Au-dessus de ces chambres d'ancrage sont édifiés des bureaux d'octroi.

Les chaînons sont constitués par des plaques de tôle de 15 à 25 mil-

l'excès de métal nécessaire à la formation des têtes et d'y percer ensuite les œils, comme les usines américaines le font fréquemment, on a préféré découper chaque plaque dans une tôle rectangulaire plus grande que le gabarit. La perte de métal était ainsi de 40 % mais on y

gagnait d'avoir un travail plus précis et une résistance mieux définie. Les figures 8 à 11 montrent les phases successives du travail d'une de ces tôles.

L'acier doux employé avait une résistance de 55 kilogr. et un allongement d'au moins 20 %. Dans la préparation des mail-lons, le découpage a été fait entièrement par perçage en évitant soigneusement de poinçonner et de cisailer, ce qui a évité de recuire les pièces finies et leur a conservé sûrement les qualités qu'elles avaient auparavant. Les machines à raboter, à percer et à aléser employées à cet effet ont été construites spécialement pour cet usage.

Comme chaque articulation des chaînes comporte de 38 à 40 mail-lons à réunir sur un même axe, chaque tôle devait avoir rigoureusement les dimensions requises. A cet effet, pour réduire au minimum les erreurs possibles de dimensions dues aux variations de température, tous les gabarits et calibres ont été construits avec le même acier qui a servi à la préparation des mail-lons et autant que possible dans les mêmes conditions.

Un soin particulier a été pris pour éviter le gauchissement des

Une fois que toutes les plaques d'un maillon étaient dégrossies, ce qui se faisait au moyen d'une paire de machines travaillant en même temps chaque plaque à ses deux extrémités, découpant l'épaulement de l'œil et perçant cet œil simultanément, puis

par une raboteuse à double mouvement découpant les bandes latérales dans le milieu de la plaque entre les deux œils, on les assemblait provisoirement et on procédait à l'alésage définitif de tous les trous correspondant à un même axe, en une seule opération. Le diamètre de ces trous est de 30 à 50 centimètres.

Les axes des mail-lons, de diamètres variables comme ceux des œils, ont été forgés avec un acier de même qualité que celui qui a servi à la préparation des plaques. Leur longueur varie avec l'épaisseur de la chaîne, dans les différentes régions. Les écrous sont en acier fondu.

La longueur totale de la chaîne supérieure, comportant

4 094 plaques, est de 520^m 5). La seule fabrication des éléments de ces chaînes a duré 21 mois, exigeant 571 000 journées de travail de 10 heures.

Ce travail a été effectué, d'après les données établies par le Service national des ponts, dans une usine spécialement construite en Hongrie. Malgré la grande dépense (710 francs par tonne de chaîne) nécessitée par cette minutieuse fabrication, la possibilité de fabriquer les divers chaînons séparément, en même temps et loin de l'emplacement du pont, sont les principales raisons qui ont fait donner la préférence aux chaînes sur les câbles métalliques ordinaires. Cet avantage est surtout marqué ici, étant donné que le pont est de grandes dimen-

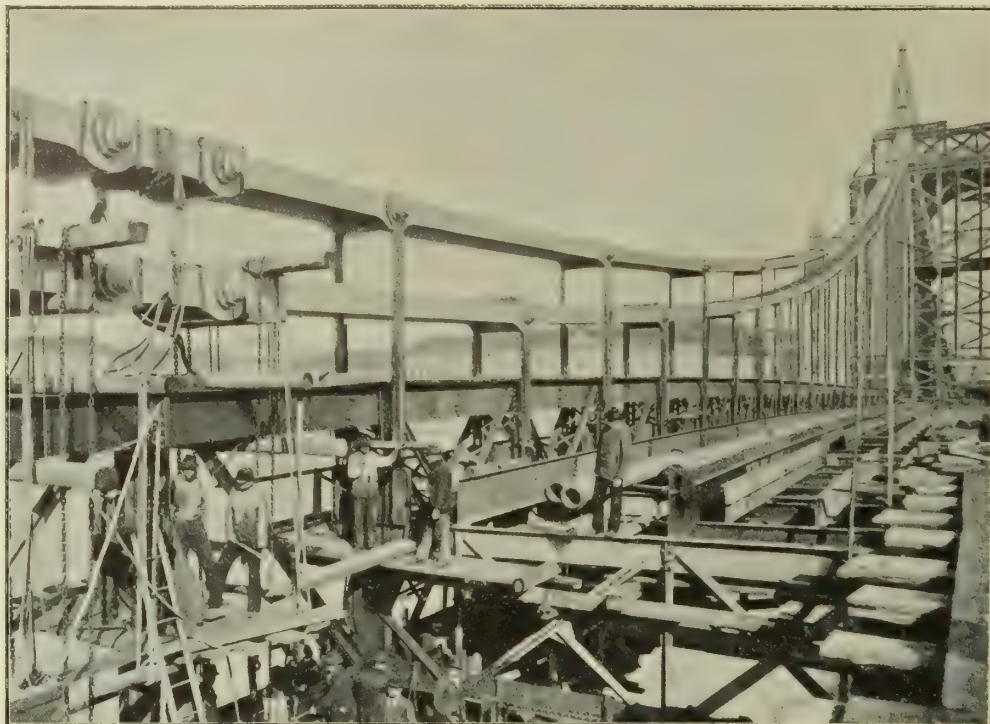


Fig. 14. — Montage du tablier, au milieu de la travée centrale (1^{er} mars 1902).

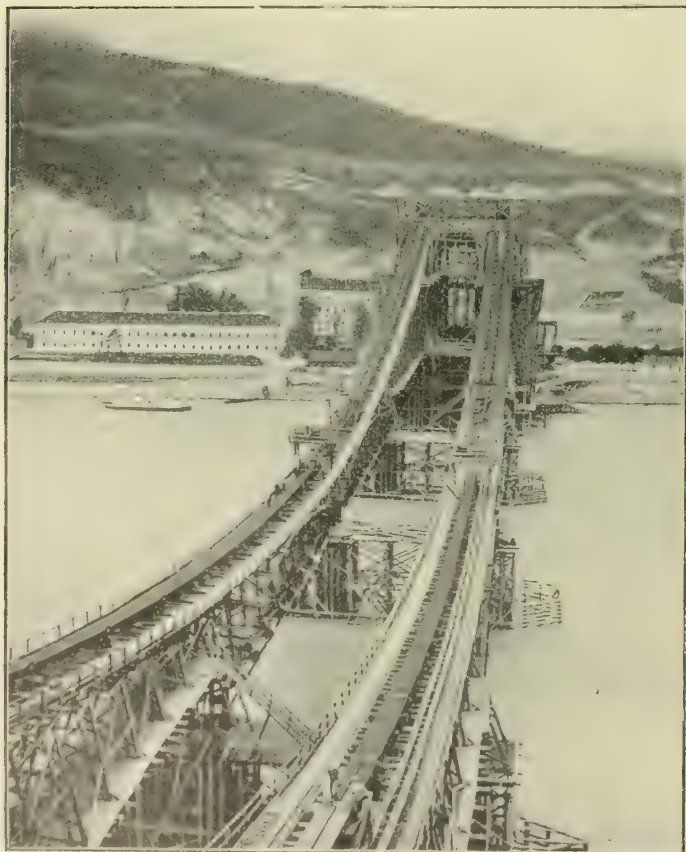


Fig. 15. — Vue de la travée centrale pendant le montage des chaînes (juillet 1901).

mail-lons pendant leur travail ou leur transport d'un atelier à l'autre. La manutention de ces pièces était faite au moyen de longues poutres munies de crochets d'attache les supportant uniformément dans toute leur longueur.



Fig. 16. — Vue en bout du pont après son achèvement.

sions, qu'on voulait hâter sa construction et que les abords en étaient fortement encombrés; la mise en place de câbles d'une résistance équivalente aurait présenté d'ailleurs, elle aussi, de grosses difficultés.

Il est intéressant, d'autre part, de comparer, au point de vue de la dépense et des difficultés de montage, les solutions très différentes

adoptées pour le pont Elisabeth et pour les nouveaux grands ponts suspendus de New-York récemment décrits dans le *Génie Civil* (1).

Fondations et culées. — Les travaux de fondations, commencés dès 1898, au moyen de l'air comprimé, ont été poussés jusqu'à la cote

réussi à bétonner les cavités du sous-sol qui leur donnaient passage. Comme nous le verrons plus loin, cette disposition présentait certains dangers, tenant à la nature du sous-sol, qui ont été reconnus ultérieurement.

En dehors des parties de béton, la maçonnerie est en granit. On a

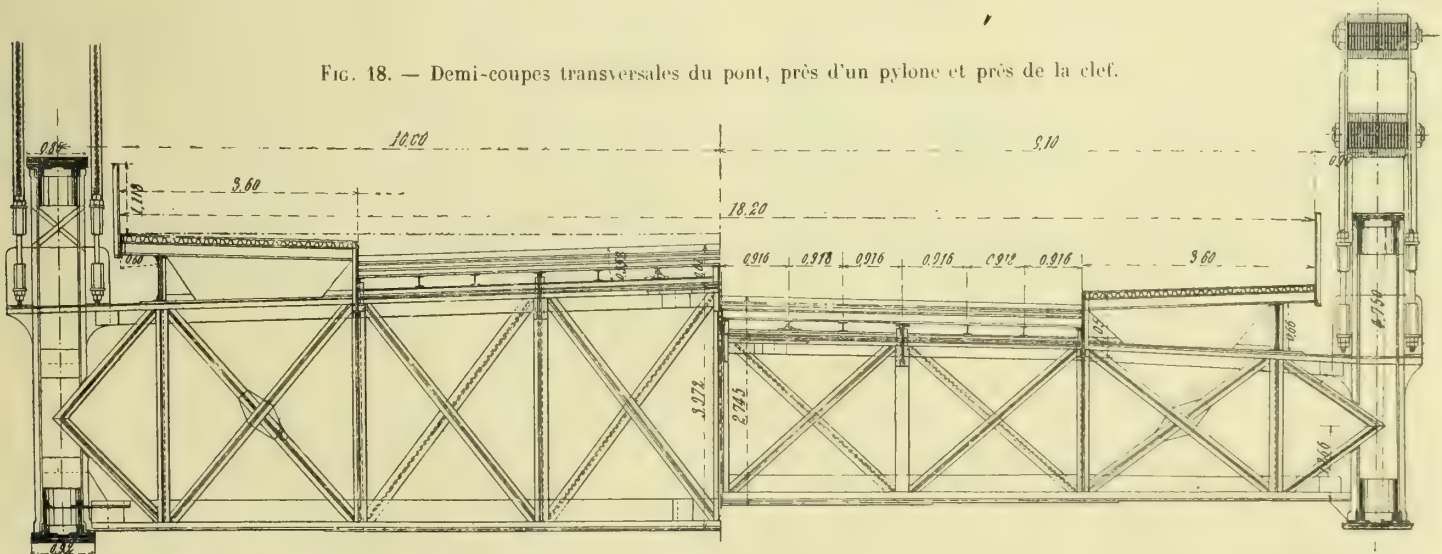


FIG. 17. — PONT ÉLISABETH, A BUDAPEST : Vue prise pendant l'enlèvement des échafaudages (octobre 1901).

— 9^m 10, du côté de Pest, et jusqu'à — 5^m 50 sur la rive opposée. Chaque pile a été foncée au moyen de deux caissons de 19 × 9 mètres. Les culées ont été plus difficiles à exécuter, en raison de l'importance des massifs de maçonnerie, qu'on s'est décidé à construire sur un radier général en béton avec chape d'asphalte (fig. 5, pl. XXV) et en

d'abord construit les parties situées au-dessous et autour de la chambre d'ancrage, puis les sommiers d'amarrage ont été placés sur des chevalements, destinés à les supporter provisoirement ainsi que la maçonnerie qui devait être construite par-dessus. Cette maçonnerie se montait au fur et à mesure qu'étaient assemblés les maillons inférieurs. Pour

FIG. 18. — Demi-coupes transversales du pont, près d'un pylône et près de la clef.



une seule fois pour chaque tête du pont, de façon à prévenir les décollements. Ces travaux se faisaient à l'abri d'enceintes en pieux et palplanches renforcées d'armatures métalliques. Plusieurs venues d'eau les ont contrariées à diverses reprises, jusqu'à ce qu'on ait

maintenir à leur écartement les plaques du dernier maillon, on a employé des fourrures de forme appropriée.

Montage du pont. — Le montage du pont n'a pu avoir lieu qu'à partir du printemps de 1901 ; il s'est fait au moyen de vastes échafaudages qui laissaient, dans la largeur du fleuve, quatre passes navigables d'en-

(1) Voir le *Génie Civil*, t. XLV, n° 43, p. 209, et n° 44, p. 225.

viron 50 mètres chacune. Ces échafaudages furent ensuite enlevés au début de l'hiver, les glaces risquant de les emporter dans le courant de la saison. Les chaînes étaient déjà mises en place, et les travaux se poursuivirent en les utilisant comme support et en posant les pièces du tablier à partir des deux rives (fig. 14).

Les figures 12 et 13 représentent le pont, d'abord avec les échafaudages des pylônes et de la travée centrale, puis (fig. 17) pendant l'enlèvement des échafaudages en rivière (octobre 1901). Les vues du chantier (fig. 14 et 15), prises respectivement en juillet 1901 et mars

basement pour des statues qui n'ont pas été installées, ont ajouté leur poids à celui du massif de fondation pour s'opposer au basculement possible autour de l'arête antérieure sous la traction des chaînes (fig. 3, 4 et 5, pl. XXV).

Le montage, interrompu pendant tous ces travaux, a été repris en avril 1903 et terminé à la fin de septembre.

Les essais de résistance n'ont pas accusé de nouvelles dislocations. On a observé, d'autre part, qu'une élévation de température de 10 degrés faisait baisser le tablier de 83 millimètres à la clef. Les

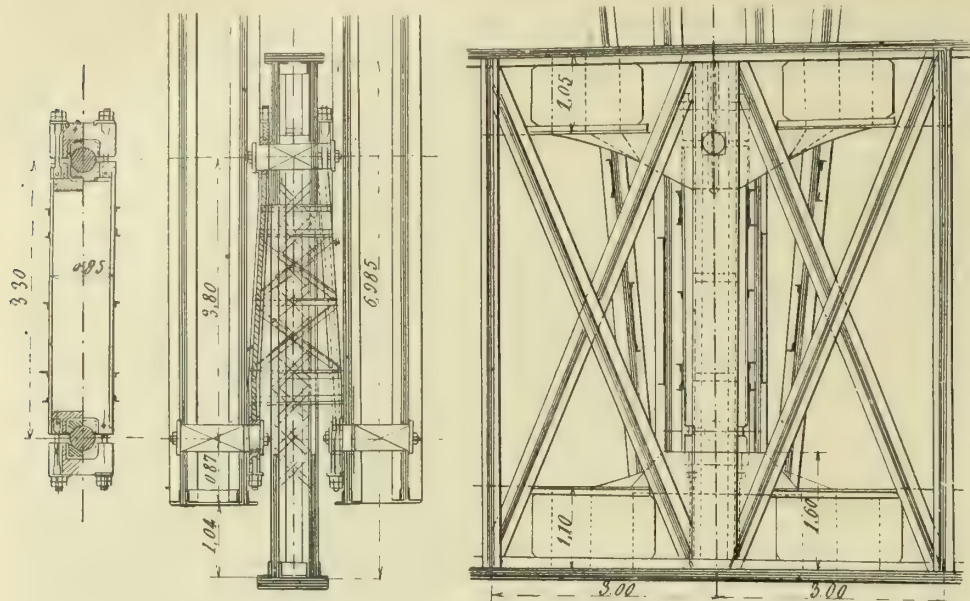


FIG. 19 à 21. — Coupes longitudinale et transversale d'un pylône, et bielle de suspension.

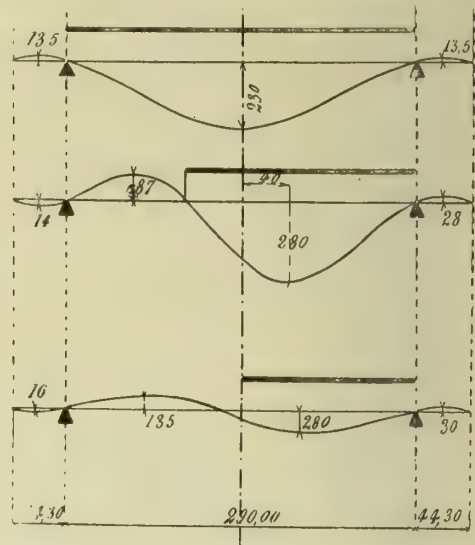


FIG. 22. — Diagrammes d'essais du pont sous différentes charges de la travée centrale.

1902, permettent de se rendre compte des progrès du montage et de ses différentes phases.

Une grande partie du montage était déjà faite quand se manifesta, à l'une des extrémités, un glissement lent, mais sensible, du massif d'ancrage. Il fut reconnu que la chape d'asphalte, introduite dans le radier de béton (fig. 3), portée à une température élevée par les eaux souterraines d'une source thermique, était la cause de ce manque d'adhérence.

Outre les mesures de soutènement et d'allégement de l'ouvrage, on dut recourir à l'établissement d'un massif supplémentaire placé devant les fondations menacées, et s'engageant dans ces fondations ainsi que dans le sol, par des redans prononcés qui solidarisent tout l'ensemble. De plus, un lest en fonte, ainsi que des constructions formant sou-

mouvements d'oscillation des pylônes, pour les limites extrêmes de température à considérer, ne sont pas sensibles (2 à 3 centimètres seulement).

La charge de 450 kilogr. par mètre carré, appliquée sur la travée médiane entière, a produit, à la clef, une flèche de 0^m 23; en l'appliquant sur une partie seulement de cette travée, la flèche a atteint 0^m 28 (fig. 22); la faible valeur de ces flèches fait ressortir l'importance du rôle de la rigidité du tablier, rigidité qui est, aujourd'hui, reconnue comme indispensable aux grands ouvrages de ce type.

Le poids total de la partie métallique du pont s'élève à 11 170 tonnes, soit près de 30 tonnes par mètre de longueur.

A. BIDAULT DES CHAUMES.
Ingénieur des Arts et Manufactures.

INDUSTRIES TEXTILES

L'INDUSTRIE DE LA SCHAPPE

(Suite et fin¹.)

PEIGNAGE. — Le peignage s'effectue au moyen de deux sortes de *peigneuses* donnant des résultats à peu près identiques : les *circulaires* et les *dressings plats*. L'assortiment normal est de douze peigneuses : quatre de premier trait, trois de deuxième trait, trois de troisième trait et deux de quatrième trait. La production de ces machines varie énormément selon la qualité des matières traitées : c'est ainsi que, pour un assortiment moyen du genre ci-dessus, elle peut varier de 120 à 300 kilogr. par journée de dix heures, en épurant totalement les marchandises. Les machines de premier trait donnent chacune environ de 35 kilogr. en dix heures (matières riches) à 15 kilogr. seulement dans le même temps en matières basses. Les dernières donnent, en moyenne, de 10 à 18 kilogr. en dix heures (matières riches) à 4 à 8 kilogr. (matières basses).

L'action prolongée du peigne à dents d'acier des peigneuses, continue et perfectionne le cardage, égalise les filaments et les sépare des impuretés; le résidu est une *bourette*, agglomération de brins courts chargés de *boulons*, qui n'est plus susceptible d'être peignée : on la soumet à l'action des cardes à coton et on la file comme ce textile. On obtient ainsi des fils qui servent à faire la trame des étoffes à bon marché et des soieries d'ameublement. Comme elle est inattaquable aux mites qui, au contraire, mangent la laine, on la préfère à celle-ci pour la fabrication des tissus avec lesquels on fait les gargousses renfermant la poudre à canon. Les manufactures de munitions pour l'artillerie en consomment des quantités considérables.

Au sortir des peigneuses, le déchet, dégagé des baguettes, se présente en masses ou *loquettes*, formées de fils soyeux parallèles. Les loquettes renferment encore quelques menus filaments végétaux, qu'un triage à la main peut seul faire disparaître. Dans ce but, la soie est placée sur des tables en verre vivement éclairées par-dessous, et sur lesquelles s'opère l'*épluchage*. On comprend aisément la nécessité absolue de l'enlèvement des fils végétaux, cheveux et crins restant dans les loquettes : ils accompagneraient la soie à la filature, au tissage et à la teinture, et comme ils n'absorbent pas les matières colorantes de la même manière que la soie, ils deviendraient apparents et seraient une cause irrémédiable de dépréciation.

En raison de l'importance du travail effectué par les peigneuses, nous allons étudier ces machines avec quelque détail.

Peigneuses circulaires à cinq presses, à serrage automatique et à deux travailleurs. — Ce sont les machines principales de la série. Toutes choses égales d'ailleurs, le rendement de l'usine dépend en grande partie des peigneuses circulaires. Leur supériorité sur les anciens dressings est incontestable.

Une peigneuse se compose essentiellement d'un grand tambour recevant la soie (fig. 5) et de deux cylindres garnis d'aiguilles, dits *travailleurs*, placés au-dessous du grand tambour et dont les aiguilles opèrent le peignage de la soie. Une ossature métallique supporte tout l'ensemble. Des organes convenablement disposés permettent de régler très exactement la position et les vitesses relatives du tambour et des travailleurs.

La circonférence du grand tambour est divisée en cinq sections, ou *presses*, garnies de planchettes dont l'épaisseur varie avec la longueur de la soie à travailler. Les aiguillages des travailleurs varient également avec la longueur de la soie. Les épaisseurs des planchettes sont d'autant plus faibles et leur nombre est d'autant plus grand que la longueur des brins de soie est plus petite. La finesse des aiguillages

s'accentue aussi avec la diminution de longueur des brins de soie. Les planchettes portées par le grand tambour sont creusées d'une rainure sur une face pour recevoir, dans leur juxtaposition, les baguettes qui portent la soie; l'autre face reste unie.

Les baguettes sont en bois, rondes et de diamètre variable, selon la longueur de la soie. Les baguettes se font en deux dimensions : les unes, de 12 millimètres, sont employées pour les grandes longueurs (12^e et 22^e traits), les autres, de 9 millimètres de diamètre, sont em-

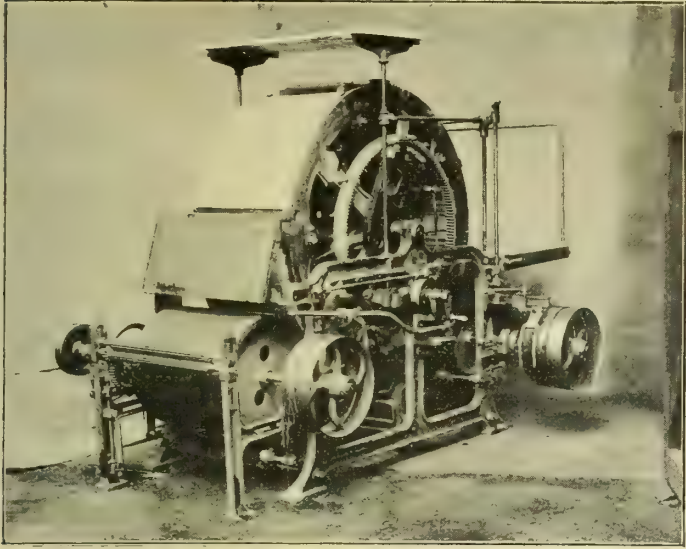


FIG. 5. — Peigneuse circulaire à cinq presses, à deux travailleurs et à déchargeur automatique.

ployées pour les courtes (3^e et 6^e traits). Ces baguettes, garnies de soie, sont placées par l'ouvrier entre les planchettes rainurées qui se présentent devant lui au moment où elles sont desserrées. Le tambour, continuant à tourner, produit automatiquement le serrage, et amène la soie ainsi serrée devant les travailleurs qui la peignent. La continuité du mouvement ramène les mêmes baguettes devant l'ouvrier; le desserrage des presses s'opère automatiquement et les baguettes, redevenues libres, sont prises par l'ouvrier qui les remplace par d'autres baguettes après avoir fait la *voltée*, c'est-à-dire le changement de sens de la soie, afin de peigner l'extrémité de la soie précédemment engagée entre les planchettes.

La *voltée* s'opère en pinçant l'extrémité peignée entre les facettes

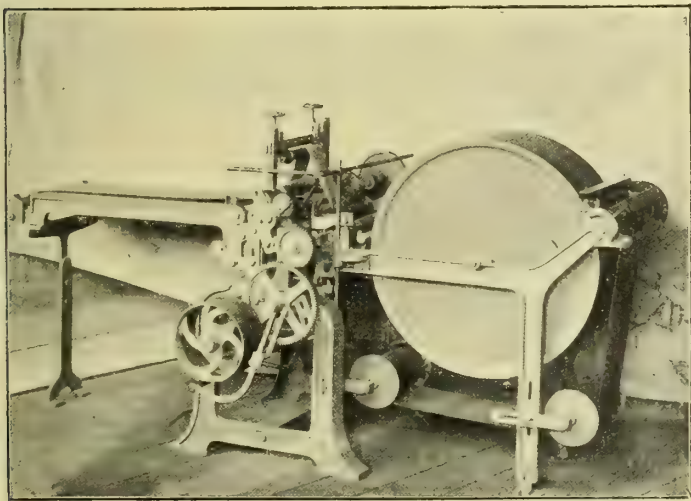


FIG. 6. — Étaleur pour la mise en ruban.

non rainurées des planchettes. Lors de la première mise en train, l'ouvrier ne garnit que la moitié des planchettes de chaque presse; la seconde moitié se garnit au second tour en même temps que l'on opère la *voltée* : de cette façon, la moitié de la machine travaille *sur les talons*, et l'autre moitié sur la *voltée*. Le travail est ainsi mieux engagé, mieux réparti et plus facile. Pour les *courtes* (3^e et 6^e longueurs), la levée se fait par nappettes à l'aide d'une baguette munie d'une toile nommée *drapeau*.

La classification commerciale usuelle des circulaires en cinq catégories a pour base les longueurs que chaque catégorie peut travailler. Les différences résident dans les dimensions et le nombre des planchettes du grand tambour, ainsi que dans les numéros d'aiguillage des travailleurs. Les armatures restent les mêmes dans tous les cas, et il

est toujours facile, selon les besoins de l'usine, de transformer une machine pour un triage quelconque.

L'encombrement d'une peigneuse de type courant est de : longueur 3^m 30, largeur 2^m 40, hauteur 2^m 50. Les poulies sur les travailleurs ont un diamètre de 500 millimètres, leur vitesse approximative est de 150 tours par minute; celle du raffinoir est de 200. Ces vitesses varient en fonction de la qualité de la matière, et de la manière de travailler dans l'usine.

Pour hâter le travail et augmenter la production, on diminue le temps perdu en munissant les travailleurs de freins à ruban très puissants; le travailleur d'arrière, dit *raffinoir*, est en outre pourvu d'un *dérouleur de nappe* mû à la main ou automatiquement, qui permet d'enlever rapidement et très régulièrement la nappe de soie qui s'est formée sur les aiguilles. Pour cela, on commence par couper la nappe dans la partie non munie d'aiguilles; on relève l'extrémité de la nappe au moyen d'une plaquette à aiguilles, et on engage cette extrémité dans les rouleaux cannelés du dérouleur. Puis on embraye ces rouleaux en agissant sur une pédale, et le déroulement s'opère vivement et bien également. L'ouvrier garde ainsi la liberté des mains pour conduire la nappe et la remettre aux fillings qui la préparent pour les peigneuses qui doivent la reprendre.

Étalage. — L'épluchage terminé, les loquettes de peigné sont réparties en pesées uniformes de 60 à 125 grammes (suivant la longueur du trait) et envoyées aux *étaieurs* qui opèrent la phase ultime du cardage avant la filature : la mise en ruban des matières peignées et classées.

L'industrie emploie soit des *étaieurs à gills*, soit des *étaieurs à hérissos* (fig. 6). Ces derniers doivent être préférés aux autres à cause de la disposition de l'alimentation, du laminage et du sens de la matière sur le tambour, ainsi que des facilités de vérification. Les étaieurs à gills donnent une production sensiblement plus faible, et sont, en outre, d'un entretien plus dispendieux.

On construit les étaieuses à hérissos en trois types qui diffèrent par les diamètres et les grosseurs d'aiguilles des hérissos. Pour tous ces types, l'ossature principale demeure à peu près la même; les hérissos et les engrenages de variation d'*étirage* varient seuls.

La production d'un étaieur varie de 20 à 40 kilogrammes par jour selon la matière traitée. On compte généralement de neuf à dix étaieurs de divers tirages pour un assortiment de douze circulaires travaillant de belles matières; six étaieurs suffisent quand on travaille des matières basses.

Mouillage. — A l'assortiment qui vient d'être décrit, on ajoute souvent une *mouilleuse* servant à rendre à la soie l'humidité qu'elle a pu perdre par suite d'une température trop élevée ou d'un air trop sec, et la ramenant au degré hygrométrique nécessaire, ce qui permet d'éviter les cassures des brins et d'obtenir, par conséquent, le maximum possible de production en grandes longueurs.

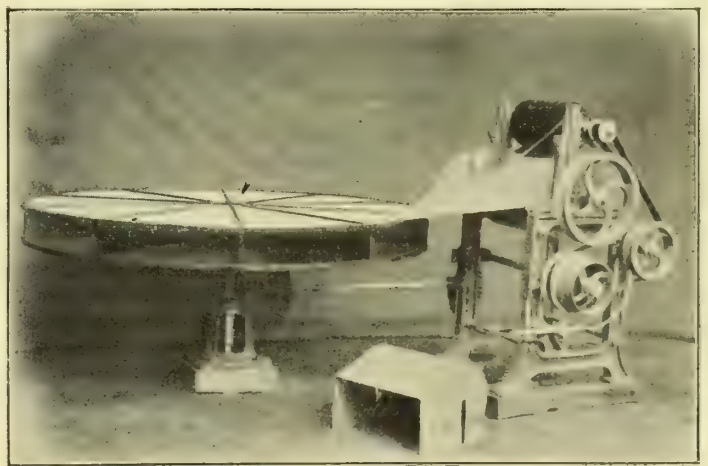


FIG. 7. — Mouilleuse à soie.

Mouilleuse à soie. — Cette machine (fig. 7) est surtout précieuse dans les pays chauds. Le type le plus récent donne le mouillage par une vaporisation en gouttelettes très fines, obtenue mécaniquement. Un dispositif convenable de cuvette évite la projection de grosses gouttes. La soie, étalée en couche mince sur une table circulaire à claire-voie de grand diamètre, tournant très lentement, reçoit ainsi l'eau sous forme d'un léger brouillard dont elle s'imbibes sans être à proprement parler mouillée. Une ouvrière retourne la matière pour que les deux faces soient également humides et la retire au tour suivant lorsqu'elle se présente devant elle.

Tendage. — Quand l'usine a une certaine importance, il est nécessaire d'avoir une machine servant à tendre les cardes sur les travail-

leurs des peigneuses. Cette machine est souvent faite d'une façon extrêmement rudimentaire dans certaines installations, d'où une tension inégale sur la largeur de la carde et, partant, des travailleurs dont les aiguilles ne tournent pas très rond. Les usines récemment outillées ont adopté presque toutes une machine spécialement étudiée pour placer les cardes sur les tambours et qui donne une tension bien égale sur toute la largeur du tambour en permettant, en outre, de régler cette tension à la valeur que l'on veut, suivant la nature de la toile. De plus, sa disposition est prévue pour pouvoir couvrir des tambours de diamètres très différents et pour éviter complètement la torsion des arbres des tambours.

Souvent aussi, on ajoute aux peigneuses des *déchargeurs automatiques de la nappeuse du travailleur*. Ces déchargeurs sont à commande à la main ou mécanique. Dans ces derniers, l'entraînement du travailleur par les rouleaux cannelés a lieu par la nappe elle-même pour les machines des premier et second traits, où les brins sont assez longs et donnent une certaine consistance à la nappe. Pour les machines des troisième et quatrième traits, l'entraînement est fait par des organes intermédiaires évitant la déchirure de la nappe.

ORGANISATION DE LA MACHINERIE. — En disposant les machines dans l'ordre rationnel de fabrication, en général il faut prévoir : une nettoyeuse à pointes; une broyeuse humide à sept rouleaux; une laveuse circulaire grand modèle ou, au moins, deux laveuses fines ordinaires; une batteuse à cocons; une nappeuse à frisons; un rouleau étireur pour frisons; trois nappeuses à cocons (¹); une nappeuse à déchets; huit fillings de premier tirage; cinq fillings de second et sept fillings de troisième à sixième tirages; quatre peigneuses circulaires, disposées pour premier, produisant chacune, de 35 kilogr. en dix heures en matières riches, à 15 kilogr. en matières basses; trois peigneuses circulaires disposées pour second, produisant chacune environ 20 à 25 kilogr. en 10 heures en matières riches, ou 8 à 10 kilogr. en matières basses; cinq peigneuses diverses, disposées pour troisième à sixième, produisant chacune environ de 10 à 18 kilogr. en matières riches, de 4 à 8 kilogr. en matières basses; neuf ou dix étaleurs de divers étirages, si on travaille des matières riches, six étaleurs seulement si on travaille des matières basses; enfin, une mouilleuse à soie et une machine à timbrer qui suffisent largement au service de toutes ces machines.

Cet assortiment n'existe pas au complet dans toutes les usines : chaque manufacturier modifie son outillage et le nombre de ses machines d'après ses besoins, sa manière de travailler et la nature de la matière à traiter. Cependant, les usines bien installées estiment qu'il est mauvais de lésiner sur l'emploi des machines préparatoires, telles que broyeuses, laveuses, nettoyeuses, batteuses, qui ont pour avantage évident de faciliter le travail des nappeuses, d'accroître leur production, et de conserver plus longtemps les aiguillages.

En général, les usines imposent à leurs fillings une marche trop rapide. Il serait plus conforme à un intérêt bien entendu d'augmenter le nombre des fillings et de réduire leur vitesse. Le résultat serait certainement un meilleur rendement et une plus grande longueur des brins.

En thèse générale, on peut dire que l'assortiment qui vient d'être indiqué est l'assortiment théorique nécessaire.

FILATURE DES SCHAPPES. — La schappe peignée est soumise aux procédés généraux employés pour la filature des textiles. Les déchets de soie ne sont pas filés autrement que le coton, le lin, ou la laine. Aussi ne nous paraît-il pas nécessaire de nous étendre sur ce sujet, qui est très connu.

Les fils produits comportent une assez grande variété. Les *simples* sont obtenus par torsion plus ou moins accusée d'un ruban unique; les *deux bouts* et les *trois bouts* proviennent de la torsion simultanée de deux ou trois fils simples ayant déjà subi une torsion individuelle inverse de la torsion d'ensemble. Il faut noter que, pour les *retordus*, la torsion finale est donnée de droite à gauche pour ceux qui sont destinés au tissage, et de gauche à droite pour les cordonnets.

Avant d'être livrés à la consommation, les fils sont *gazés*, c'est-à-dire rapidement flambés au gaz pour détruire leur duvet, puis lissés, dévidés et vérifiés à la main avant l'emballage. Une entente internationale entre tous les fabricants d'Europe a fixé à 5 kilogr. le poids du paquet. Quant au titre, il est caractérisé par des numéros conventionnels. Pour les simples, le numéro indique le nombre de 1 000 mètres de fil pesant 1 kilogr.; ainsi, par exemple, le titre 85 signifie que 85 kilom. de fil pèsent 1 kilogr. Pour les doubles et les trois bouts, on garde le numéro du simple retordu et on le fait précéder d'un chiffre 2 ou 3. Exemple : les numéros 2/100, 2/140, 2/200, 2/225 signifient respectivement que les fils auxquels ils se rapportent sont tels que 100, 140, 200, 225 kilom. pèsent 1 kilogr. Les fils simples

ou *cannelles* les plus usités varient du numéro 70 au 170; les doubles ordinaires, du 2/50 au 2/300; les cordonnets sont le plus souvent du 2/20 à 2/120, ou du 3/20 à 3/120.

Le dosage chimique des fils ou *condition*, les fait répartir en trois grandes catégories commerciales, selon la quantité de grès qu'ils contiennent, et parfois aussi suivant leur origine. Couramment on appelle *schappes*, les fils de bourre de soie, obtenus par macération et ayant conservé 2 à 15 % de grès. On appelle *fantaisies* les fils plus ou moins blancs, provenant de matières premières décreusées au savon, et totalement débarrassées de leur grès. On appelle enfin *galettes* les fils, provenant des cocons, et contenant de 18 à 21 % de grès; ils ont une aptitude spéciale au blanchiment, et une apparence brillante et soyeuse.

EMPLOIS ET USAGES DES FILS DE SCHAPPES. — La consommation des fils de schappes va toujours croissant; ils sont en effet d'aspect très soyeux, et leur bon marché leur permet de concurrencer les fils de soie. De plus, ils ont une grande régularité de fabrication, un titre à peu près constant, et ne subissent qu'une perte minime au décreusage; toutes qualités qui militent en leur faveur et leur assurent des débouchés nombreux pour la fabrication des objets courants. La passementerie (franges, cordonnets, chenilles), la bonneterie (gants, mitaines, bas mi-soie, maillots, chemises, foulards communs), la cordonnerie (élastiques pour chaussures), la ganterie, la chemiserie (ceintures, bretelles), l'ameublement (sièges, tentures, rideaux, tapis de tables), fournissent une clientèle importante aux usines de schappes.

Il en est de même pour l'industrie des tissus mixtes qui fabrique des étoffes où la schappe se marie au fil, à la soie, au coton, à la laine, et qui trouvent leur utilisation pour la confection des robes, des manteaux, des tissus divers. Filés en schappe, les déchets de tussah servent, en Angleterre, à préparer le *seulskin*, ou imitation de loutre.

Mais le principal emploi des fils de schappe est la fabrication des peluches (Angleterre), des velours (Lyon, Saint-Étienne, Provinces rhénanes), des rubans (Bâle), et des foulards (Lyon, Saint-Étienne).

A l'heure actuelle, les manufactures européennes et américaines emploient environ 10 millions de kilogr. de soie par an, et, sur ces 10 millions, les fils de schappe entrent pour environ 3.500.000 kilogrammes.

Le prodigieux essor de l'industrie bien française de la schappe, ses développements constants, la précision de son outillage et de ses méthodes, l'importance enfin de sa production et des capitaux qu'elle met en œuvre, en font une manifestation importante de l'activité nationale.

A ces divers titres, elle méritait, croyons-nous, l'étude que nous lui avons consacrée, et que nous avons cherché à rendre aussi exacte et aussi succincte que possible.

Francis MARRE.

RÉSISTANCE DES MATÉRIAUX

ESSAIS DE MATÉRIAUX A LA TRACTION PAR CHOC

En 1894, le professeur Mansfield Merriman a résumé, dans un mémoire présenté à l'American Institute for the Advancement of Science (¹), l'état des connaissances acquises jusqu'alors sur l'aptitude des métaux à supporter les efforts instantanés. Cette communication a conduit M. Kendrick Slatt à étudier, à l'Université de Purdue (Lafayette, Indiana, E.-U.), les différences que présentent les métaux dans leurs résistances à l'action de charges brusques ou de charges graduelles.

Nos connaissances sur les propriétés mécaniques des matériaux étant surtout basées sur des essais de tension sous des efforts graduels, il était naturel d'expérimenter également par tension l'effet des charges instantanées.

M. Slatt a présenté, en juin dernier, à l'« American Society for testing Materials », un mémoire dans lequel il expose ses principaux essais et les diagrammes qui en résument les résultats; nous allons en signaler les parties essentielles.

Les travaux de nombreux ingénieurs, parmi lesquels on peut citer, pour la France, MM. Considère, A. Le Chatelier, Charpy, Fremont, Barba, etc., publiés dans ces dernières années (²) conduisent à cette conclusion, qu'un essai au choc est nécessaire pour déceler les défauts de structure que ne met pas en évidence l'essai statique; et il semble que l'essai au choc par flexion sur un barreau entaillé constitue actuellement la meilleure méthode. Les difficultés inhérentes à l'essai au choc par tension s'opposeront à son emploi, étant donné que l'essai

¹ Chaque simple ou double peut produire environ 90 à 100 kilogr. en dix heures, en travaillant les matières riches. Dans ce cas, les pesées se font par 0^{ks} 500 à 0^{ks} 800, et un cocon ne peut être traité que par une machine. La production s'abaisse à 75 ou 50 kilogr. par dix heures, en travaillant les matières basses; dans ce cas, les pesées se font par 0^{ks} 300, 0^{ks} 600 ou 0^{ks} 900 pour les deux ou trois bouts.

(1) « The resistance of metals under impact ». *Proceedings of the A. I. A. S.*, vol. 43, 1894.

(2) Voir à ce sujet dans le *Genie Civil*, t. XXXIX, n° 22, p. 331, un article relatif aux études de M. Charpy sur les essais par choc de barreaux entaillés.

par flexion conduit au résultat désiré. Néanmoins M. Slatt a dirigé ses recherches sur les essais par tension.

Définitions. — On désigne sous le nom de *travail de rupture* l'énergie dépensée pour déformer un corps jusqu'à rupture. C'est l'aire du diagramme ordinaire, comprise entre la courbe et l'axe des déformations. On désigne quelquefois le même travail par le terme *résilience totale*, bien qu'à strictement parler le mot *résilience* doive s'appliquer à l'énergie élastique contenue dans un corps à une période quelconque de sa déformation. Le *travail unitaire de rupture* est le travail de rupture par unité de volume. Ainsi, si une barre d'acier de 12 millimètres de diamètre et 20 centimètres de longueur se rompt par tension sous le choc d'un marteau de 230 kilogr. qui tombe d'une hauteur de 1^m50 et qui se trouve ramené en même temps au repos, le travail total de rupture sera de 345 kilogrammètres, et le travail unitaire 15^{kgm} 2 par centimètre cube.

Machines pour les essais par choc. — Deux machines différentes, toutes deux verticales, ont servi à ces essais. La première, dont la disposition générale se rencontre déjà dans des appareils antérieurs, est une machine provisoire, construite en bois (fig. 1 et 2), qui a servi à l'essai des fils. Le mouton M (fig. 3) est suspendu sur une tête à

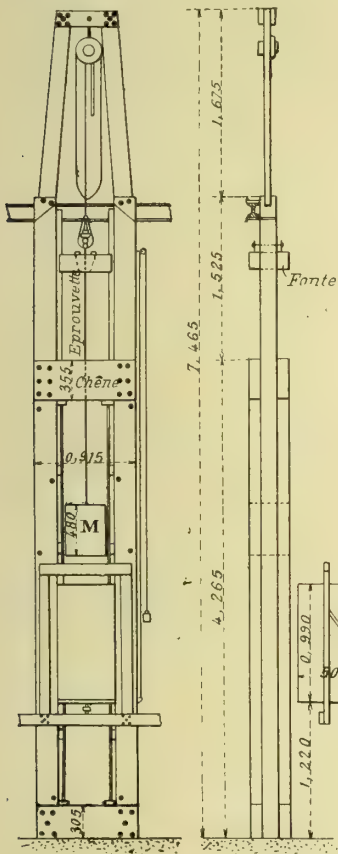


FIG. 1.

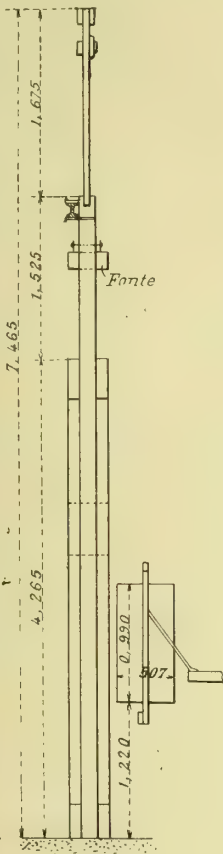


FIG. 2.

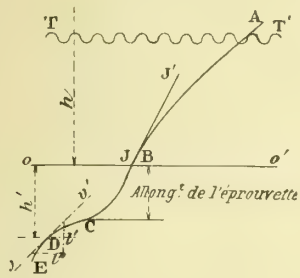
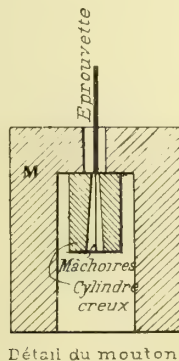
FIG. 4.
Diagramme d'essai au choc.

FIG. 3.

FIG. 1 à 3. — Élévations de la machine et coupe du mouton.

l'extrémité du fil à essayer, et une tête semblable, montée à la partie supérieure, sert à la butée au moment du choc.

L'appareil est complété par un tambour inscripteur, sur lequel un crayon solidaire du mouton trace un diagramme dont les ordonnées représentent les courses du mouton, les abscisses étant proportionnelles à la vitesse du tambour. Un diapason, dont les vibrations s'inscrivent en même temps, permet de déduire exactement cette vitesse.

Tout le système comprenant le mouton, le spécimen en essai, et la tête supérieure, étant élevé à une certaine hauteur, on l'abandonne à lui-même. La tête supérieure vient, vers la fin de la chute, buter sur une traverse, et la force vive du mouton brise l'éprouvette. Le crayon solidaire du mouton est déclenché automatiquement avant le choc. L'énergie restant dans le mouton se déduit de la vitesse de celui-ci après rupture.

La figure 4 montre l'allure d'un diagramme. Le mode opératoire est le suivant :

Pendant que tout le système repose sur la butée, on trace en OO', à l'aide du crayon, une ligne de référence, en tournant le tambour. Tout mouvement du crayon au-dessous de cette ligne représente un allongement du spécimen augmenté de la flexion de l'appareil.

On soulève ensuite l'ensemble comprenant le mouton, l'éprouvette et la tête supérieure, puis on l'abandonne. Le crayon trace d'abord une parabole de chute libre AB, jusqu'à ce que, la tête supérieure venant au contact de la butée, la réaction de la pièce en essai intro-

duise un effort retardateur. La courbe BC correspond à cette période, la rupture ayant lieu en C. Le diagramme se continue ensuite par une autre parabole de chute libre CE. TT' est le tracé du diapason.

Si l'on néglige pour l'instant les pertes d'énergie dues aux frottements et à la flexion de l'appareil, et qu'on considère la hauteur de chute $h + h'$ depuis le point supérieur jusqu'à un point D pris sur la seconde parabole, le travail total résultant de la chute du poids P sur la hauteur $h + h'$ comprend :

1° Le travail dépensé dans le spécimen pendant l'allongement ;

2° Le travail restant dans le mouton au point D.

Autrement dit, si M est la masse de P et v_d sa vitesse au point D ;

$P(h + h') =$ travail dépensé dans l'éprouvette $+ \frac{1}{2} Mv_d^2$. La quantité $\frac{1}{2} Mv_d^2$ peut être remplacée par $P h_d$; h_d étant la hauteur de chute qui correspond à la vitesse en D.

Le travail dépensé dans l'éprouvette a donc pour expression

$$P(h + h' - h_d)$$

et la somme $h + h' - h_d$ peut être considérée comme la hauteur de chute effective qui produit la rupture de l'éprouvette.

La vitesse v_d s'obtient en traçant en D une tangente UU' à la courbe, et en mesurant le rapport de la projection verticale U' à la projection horizontale U'', c'est-à-dire le rapport de la vitesse du mouton à celle du tambour, cette dernière étant donnée par le diapason. Exemple :

Diapason	126 vibrations par seconde ;
(observations) :	7 vibrations en 7,5 pouces du tambour (1) ;
	$U' = 2,05$ pouces ; $U'' = 3$ pouces ;
	$h' = 1,6$ pouces ; $h = 7$ pieds ;
Vitesse du tambour :	11,25 pieds par seconde ;
Vitesse du mouton en D :	$\frac{11,25 \times 2,05}{3} = 7,78$ pieds par seconde ;
Hauteur de chute correspondante :	0,945 pied ;
Travail de rupture :	$515 \times (7,133 - 0,945) = 3186$ pieds-livres ;
Volume de la barre en essai :	1,63 pouce cube ;
Travail unitaire de rupture :	$\frac{3186}{1,63} = 1950$ pieds-livres par pouce cube.

Ce calcul ne tient pas compte du frottement des guides, ni d'autres pertes d'énergie résultant de déformations de l'appareil.

Le frottement des guides peut être éliminé en traçant en B une tangente JJ', et en prenant la vitesse en B, calculée d'après cette tangente, au lieu de prendre la hauteur de chute h . C'est ce qui a été fait dans toutes les expériences réalisées avec l'appareil provisoire.

Les autres pertes d'énergie étaient les suivantes :

1° Perte à la surface de choc de la tête supérieure. Cette surface était métallique. Après une série complète d'essais, elle n'avait pas subi de détérioration appréciable, indice d'une perte très faible ;

2° Flexion de la butée. L'allongement total du spécimen était en général de 30 à 35 centimètres, et la plus grande amplitude observée dans le mouvement de la butée a été d'environ 3 millimètres, ce qui conduit à une erreur d'au plus 1 à 2 % dans le travail de rupture ;

3° Glissement des coins de fixation et compression des têtes. Les coins étaient au préalable enfoncés dur au marteau, ce qui évitait tout glissement et assurait la compression préalable ;

4° Pilonnement de l'ensemble de la machine, et vibrations générales. Ces pertes ne sont pas mesurables, mais il y a lieu de penser qu'elles sont très faibles.

Dans le cas de longues tiges, dont l'allongement atteignait 35 centimètres, on pouvait diviser la courbe BC en plusieurs parties, tracer une tangente en chaque point de division, et mesurer la variation de vitesse aux diverses périodes.

Si v est l'accélération du mouton ; P son poids ; T la tension de l'éprouvette ; on a :

$$T - P = \frac{P}{G} \gamma$$

d'où

$$T = P + \frac{P}{G} \gamma.$$

Cette méthode permet de déterminer la tension dans le spécimen aux diverses périodes de son allongement, et de tracer un diagramme des allongements en fonction des efforts.

Le travail de rupture évalué à l'aide de ces diagrammes doit correspondre au travail déterminé par la méthode précédente ; la concordance est en effet satisfaisante.

La machine provisoire a servi, en 1898, à une série d'essais comparatifs de longues tiges de fer et d'acier, par tension progressive et par choc. Elle a servi également, en 1899, à une série d'essais de fils d'acier de diverses longueurs, et à la détermination de l'influence de la température.

(1) Afin de conserver les graphiques ou tableaux sous leur forme originale nous avons également conservé, au moins d'une façon générale, les unités anglaises. On sait que : 1 pouce = 25^{mm} 4 ; 1 pied = 12 pouces = 305 millimètres ; 1 livre = 453 grammes.

La machine définitive, basée sur le même principe, a été décrite en détail dans les Comptes rendus du Congrès international des Méthodes d'essai (1). Elle était prévue pour briser en un seul choc des éprouvettes d'acier doux de 12 millimètres de diamètre et de 20 centimètres de longueur. Elle pouvait également servir pour des essais à la compression, et était montée sur une fondation très rigide. On a mesuré sur une machine statique les déformations de diverses parties sous des charges déterminées, de sorte qu'il suffisait par la suite de mesurer en service les flexions pour en déduire la perte d'énergie correspondante.

Les pertes d'énergie sur les surfaces de choc ne sont pas mesurables dans un essai isolé, mais l'effet cumulé d'un grand nombre d'essais permet d'en déduire la valeur.

Le frottement sur les guides peut se déduire ou d'une mesure statique, ou de l'observation des vitesses aux diverses périodes de chute. L'accélération apparente de la pesanteur, mesurée par la chute du mouton, a varié de 9^m 65 à 9^m 75.

Comme on le voit, pour des barres cylindriques de 20 centimètres à 2^m 70 de longueur, il y a peu de différence, à la température ordinaire, dans l'allongement total et le travail unitaire de rupture lorsque la barre est rompue en dix minutes ou lorsqu'elle est rompue en $\frac{2}{100}$ de seconde. La seule différence marquée, dans les matériaux doux et de grande longueur, est que le choc décèle davantage les défauts d'homogénéité dans la matière. Dans les matériaux non homogènes, le choc tend à localiser l'allongement en divers points de la longueur, points qui constituent en quelque sorte des nœuds de ductilité, de sorte qu'après rupture, l'éprouvette peut se trouver étranglée en plusieurs endroits. Cet effet peut se rencontrer aussi dans les essais statiques, mais pas au même degré. On remarquera aussi, dans les essais au choc, que l'allongement tend à se localiser aux extrémités.

Dans le cas de barres courtes en acier coulé, en acier à bandages et en tôles de chaudières, on remarquera des différences notables entre l'essai au choc et l'essai graduel. L'allongement et le travail unitaire de rupture sont plus grands dans le cas d'aciers coulés doux ; mais dans

TABLEAU I. — Essais comparatifs par tension graduelle et par choc (température ordinaire).

NATURE du MÉTAL	DIAMÈTRE en POUCHES	LONGUEUR utile en POUCHES	CHARGE DE RUPTURE en livres par pouce carré	NOMBRE d'éprou- vettes essayées	ALLONGEMENT POUR CENT			TRAVAIL UNITAIRE DE RUPTURE en pieds-livres, par pouce cube			NATURE de L'ESSAI	Les résultats de l'essai graduel étant pris comme unité					
					MAXIM.	MINIM.	MOYEN	MAXIM.	MINIM.	MOYEN		ALLONGEMENT			TRAVAIL UNITAIRE DE RUPTURE		
												MAXIM.	MINIM.	MOYEN	MAXIM.	MINIM.	MOYEN
Fil d'acier	0.16	48 108	115 000	2 4	0.71 1.00	0.48 0.42	0.59 0.70	144 208	130 165	136 186	Graduel	0.71	1.44	0.84	0.67	0.78	0.74
Fil d'acier recuit .	0.16	48 108	83 000	4 5	» 11.00	» 8.70	9.30 9.80	» 803	» 648	556 772	Graduel	»	»	0.99	»	»	1.04
		48		2	8.00	6.00	7.00	334	334	344	Choc.	»	»	»	»	»	»
Fil d'acier	0.30	72 108	74 800	5 6	15.80 15.60	12.80 12.00	14.40 13.60	865 903	690 545	742 765	Graduel	1.00	1.07	1.04	0.95	1.34	0.96
		108		2	4.64	4.62	4.63	349	347	348	Choc.	»	»	»	»	»	»
Fil d'acier	0.26	108 60	109 000	13 5	7.00 7.00	4.00 5.00	5.40 5.80	699 673	443 596	556 626	Graduel	0.66	0.92	0.79	0.51	0.58	0.55
											Choc.	»	»	»	»	»	»
Acier au nickel (1).	0.50	8 8	85 000	6 8	26.70 29.40	22.40 20.70	23.60 24.00	1 505 2 216	1 360 1 203	1 414 1 821	Graduel	0.90	1.06	0.98	0.67	1.13	0.77
											Choc.	»	»	»	»	»	»
Acier doux	0.50	8 8	68 000	7 13	26.30 31.60	21.90 23.10	23.90 27.00	1 532 1 460	1 260 1 208	1 376 1 358	Graduel	0.83	0.94	0.83	1.05	0.04	1.04
											Choc.	»	»	»	»	»	»
Tôle d'acier pour chaudières. . . .	1.00 0.50	8 8	60 000	19 4	29.00 36.90	23.20 31.30	25.70 34.40	1 370 2 035	1 047 1 690	1 230 1 855	Graduel	0.78	0.79	0.74	0.67	0.64	0.62
											Choc (2 coups) . .	»	»	»	»	»	»
Acier coulé doux .	0.50	2	62 000	5 5	29.50 35.00	26.50 31.00	28.20 33.00	1 666 2 467	1 312 2 080	1 450 2 315	Graduel	0.84	0.85	0.85	0.67	0.64	0.62
											Choc.	»	»	»	»	»	»
Acier coulé dur . .	»	»	82 000	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»
Acier à bandages de locomotive . .	0.62	3	140 000 60 000	30 30	30.00 37.00	3.00 3.00	13.40 14.30	2 000 5 650	212 890	976 2 818	Graduel	0.84	1.00	0.91	0.35	0.23	0.33
											Choc.	»	»	»	»	»	»
Fer de Suède . . .	0.305	72 108	63 000	4 3	» 19.40	» 16.70	18.70 18.40	» 727	» 550	649 656	Graduel	»	»	1.03	»	»	0.98
											Choc.	»	»	»	»	»	»

(1) Composition : carbone, 0,21 % ; phosphore, 0,013 % ; manganèse, 0,60 % ; soufre, 0,026 % ; nickel, 3,15 %.

L'auteur a pu évaluer ainsi les pertes suivantes, pour une énergie totale de 2 000 pieds-livres :

Par flexion de supports aux deux têtes	7 à 11	pieds-livres
Par frottement des guides	8	—
Aux coins	0	—
Pertes non imputables au spécimen	1 %	—

Comme précédemment, les pertes aux surfaces de choc et par vibrations restent inconnues, mais l'absence de déformation permanente permet de penser que la première de ces pertes est faible.

Le poids du mouton a varié de 545 à 870 livres, et la plus grande chute a été 6 pieds.

Cette machine a servi, en 1900, à l'essai d'aciers au nickel et d'aciers doux, sous des charges lentes et instantanées. Elle a permis d'étudier l'influence de la vitesse d'application d'une quantité donnée d'énergie, et l'influence de la température sur la résilience.

Elle a été également employée, en 1901, à l'essai d'aciers coulés par tension et flexion, à l'essai de fontes par flexion, et à l'essai de bétons par choc en compression.

Résultats. — Le point le plus important à élucider consistait à déterminer l'influence de la vitesse d'application de la charge, et à vérifier dans quelle mesure l'essai statique peut renseigner sur l'aptitude d'un métal à résister au choc.

Le tableau I résume le résultat d'un certain nombre d'essais faits dans cette direction.

Le cas d'aciers plus durs, comme l'acier à bandages, l'accroissement dans le travail unitaire de rupture est disproportionné avec l'augmentation d'allongement. Ceci résulte en partie de ce que, dans ce cas, il y a une masse considérable de métal entre les repères et les coins, alors que le travail unitaire de rupture est calculé sur le volume de métal entre repères. A moins d'indication contraire, la rupture par choc résulte toujours d'un seul coup. Les allongements sont mesurés sur les éprouvettes brisées. Dans le cas de longues barres, les allongements ainsi mesurés diffèrent notablement de ceux enregistrés sur le graphique. La différence est d'ailleurs trop grande pour être attribuée à la flexion des organes de la machine, et elle provient sans aucun doute de l'allongement élastique de l'éprouvette au moment de la rupture. Ainsi, le fil recuit n° 2 du tableau I accusait un allongement de 5,42 pouces mesuré directement et 7,29 pouces d'après l'enregistreur. Le même phénomène se constate du reste dans les essais par charge graduelle. Ainsi, vingt-huit essais au choc sur des fils recuits ont donné avant et après rupture une différence moyenne de 0,18 pouce par pied de longueur d'éprouvette. Six essais par charge graduelle ont donné, dans les mêmes conditions, une différence moyenne de 0,055 pouce par pied. Dans le cas de fils d'acier dur, la différence entre les deux allongements était 0,12 pouce par pied, et était la même dans l'essai au choc et dans la charge graduelle.

Dans le cas de l'acier à bandages, le travail de rupture a été déduit de la formule approximative suivante :

$$\text{Travail de rupture} = \frac{e}{300} (T' + 2T'')$$

où e est l'allongement pour cent à la rupture, T' la limite d'élasticité et T'' la charge de rupture.

L'auteur a vérifié l'exactitude de cette formule par une série d'expériences.

Influence de la longueur. — Dans les essais statiques, l'allongement et le travail de rupture augmentent lorsque la longueur de l'éprouvette diminue.

Le graphique de la figure 5 montre qu'il en est de même dans les

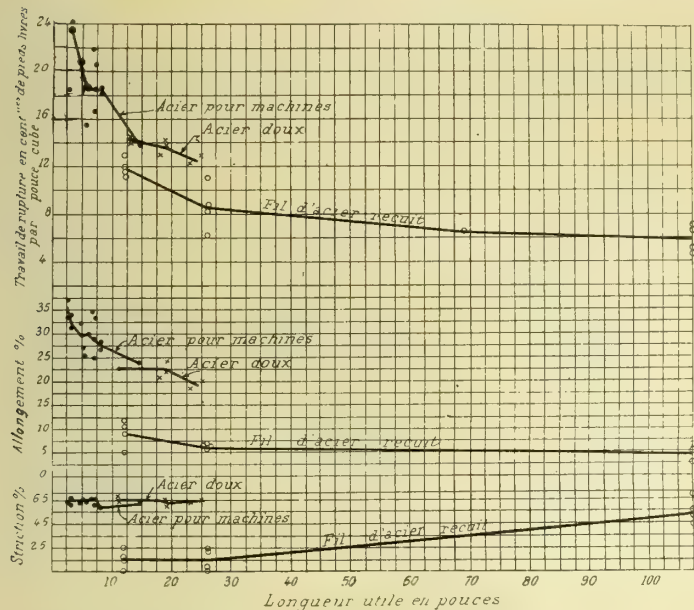


FIG. 5. — Influence de la longueur de l'éprouvette sur la striction, l'allongement et le travail unitaire de rupture.

essais par choc, mais que la striction est peu affectée. L'augmentation du travail de rupture, lorsque la longueur décroît, résulte principalement de ce que le travail dépensé dans l'étranglement prend une plus grande importance relative, et de ce que le travail dépensé en dehors des traits de repère est aussi relativement plus grand.

Influence du nombre de coups. — L'intention de l'auteur était d'obtenir la rupture par un seul coup. Il est arrivé pourtant que des éprouvettes, dont les propriétés étaient encore inconnues, ont demandé deux et même trois coups. Il était donc nécessaire d'étudier les différences

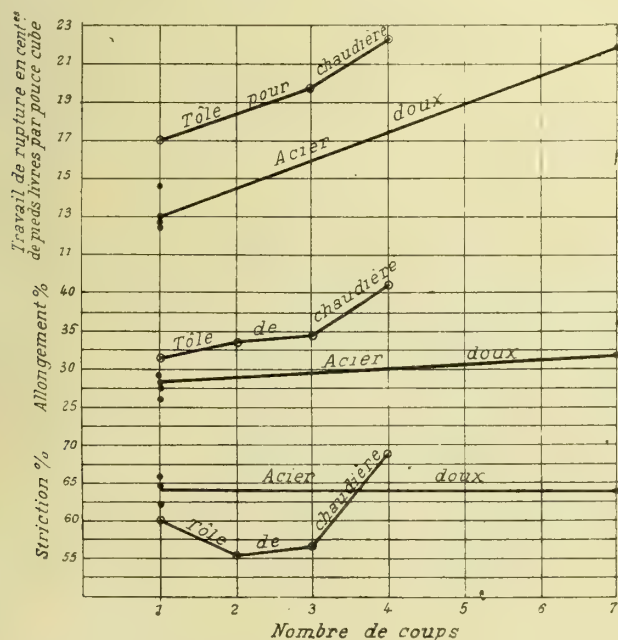


FIG. 6. — Influence du nombre de coups.

qui peuvent en résulter, afin de ramener la mesure à ce qu'elle aurait été par un seul coup.

La figure 6 montre les résultats de quelques expériences entreprises à ce sujet sur la tôle de chaudière et sur de l'acier doux, expériences qui ont comporté jusqu'à sept coups.

La ductilité et le travail de rupture augmentent avec le nombre de chocs, malgré le durcissement qui résulte des premiers coups. Ce durcissement a été manifeste dans un essai d'une tige d'acier, par

douze coups de 30 centimètres. Le rebondissement du mouton a été, en effet, 7^{mm}6 au premier coup, 12^{mm}6 à partir du sixième et 20 millimètres au dixième.

Dans le travail de rupture calculé, il n'a pas été tenu compte des chocs secondaires provenant du rebondissement du marteau après le choc principal.

Influence de la vitesse. — Il était utile de déterminer si la vitesse avec laquelle l'énergie se trouvait cédée à l'éprouvette exerçait une influence sur le résultat; autrement dit, si le chiffre trouvé était le même lorsqu'on emploie un mouton lourd tombant d'une faible hauteur, ou un mouton plus léger tombant d'une hauteur plus grande. Il est probable qu'aux limites extrêmes des différences se manifesteraient, mais l'auteur a constaté, dans les limites ordinaires de vitesse dont sont susceptibles les machines de ce genre, qu'on ne trouve aucune différence.

Influence de la température. — L'influence de la température a été étudiée sur des spécimens d'acier doux et d'acier au nickel.

Le dispositif employé était le suivant :

Pour obtenir la température de 32° F. (0° C.), l'éprouvette, avec ses mâchoires, était maintenue dans la glace pilée pendant 30 minutes avant l'essai. L'éprouvette était ensuite entourée d'un manchon en fer blanc garni d'amiante, de 50 millimètres de diamètre, rempli de glace pilée, puis on la fixait rapidement dans la machine. Le système était soulevé avec le manchon et retombait dans les mêmes conditions. Un intervalle de temps d'environ 8 minutes s'écoulait entre le moment où les mâchoires étaient sorties de la glace, et le moment du choc. Pendant cet intervalle, il se produisait un léger réchauffage partiel, tendant à ramener les points de rupture vers les extrémités. Les températures plus basses étaient obtenues de la même façon, soit avec un mélange de glace et de sel, soit avec un mélange d'acide carbonique solide et d'éther. Les températures plus élevées étaient réalisées en remplissant le manchon d'un liquide (eau ou huile de lin) qu'on échauffait avec un brûleur à gaz.

Le tableau II résume les résultats obtenus avec de l'acier doux, de l'acier au nickel et du fer de Suède. Les chiffres indiqués sont en % de la valeur à 70° F. (environ 21° C.).

TABEAU II. — Influence de la température :

SUR LE TRAVAIL DE RUPTURE :				SUR L'ALLONGEMENT :			
TEMPÉRATURE en degrés Fahrenheit	ACIER doux	ACIER au nickel	FER de Suède	TEMPÉRATURE en degrés Fahrenheit	ACIER doux	ACIER au nickel	FER de Suède
-100	41	84	—	-100	33	65	—
0	74	96	—	0	73	79	—
32	102	—	48	32	100	—	26
40	—	102	—	40	—	113	—
70	100	100	100	70	100	100	100
80	—	—	100	80	—	—	100
212	100	82	138	212	104	100	165
400	80	61	—	400	94	87	—

La contraction ne paraît pas affectée par la température.

Les éprouvettes essayées au-dessus de la température ordinaire ont tendance à casser près du milieu; celles essayées aux basses températures cassent au contraire au voisinage des extrémités : à 50 millimètres du point de rupture, l'allongement de l'acier doux n'est que de 1 %, et la partie centrale de l'éprouvette n'a généralement pas de striction appréciable. L'auteur s'est rendu compte, par des essais complémentaires, que cet effet résultait d'une tendance à la rupture à l'endroit le plus chaud. Aux températures ordinaires, la rupture par choc a déjà tendance à se produire aux extrémités plutôt qu'au milieu.

L'effet constaté aux basses températures pouvait se prévoir, l'abaissement de température ayant pour effet d'élever la limite d'élasticité, et par suite permettre à la partie froide de transmettre, sans déformation permanente, l'énergie à la partie la plus chaude.

L'auteur s'est rendu compte d'autre part que le déplacement du point de rupture était par lui-même insuffisant pour expliquer la réduction de l'allongement aux basses températures (1).

Il est utile d'ajouter, en terminant, que dans les divers essais la vitesse de rupture des éprouvettes était d'environ 3 mètres par seconde, c'est-à-dire très éloignée de la vitesse critique de transmission des efforts dans l'acier.

F. D.

(1) L'auteur avait projeté une série d'autres expériences sur l'influence de la section, celle du fini de la surface, etc. Ces expériences n'ont pas été terminées. Des éprouvettes entaillées ont toutefois été essayées et ont donné, naturellement, des chiffres beaucoup plus faibles.

VARIÉTÉS

Appareil automatique d'alimentation pour chaudières à vapeur.

Les appareils automatiques d'alimentation des chaudières, à fonctionnement périodique, présentent souvent des organes compliqués, notamment pour laisser échapper l'air et la vapeur à chaque période de remplissage, et pour produire le vide nécessaire à l'arrivée d'une nouvelle quantité d'eau d'alimentation.

Ces désavantages, joints à une consommation de vapeur importante, restreignent l'emploi de ce genre d'appareils.

L'alimentateur automatique, système Schönicke, représenté par les

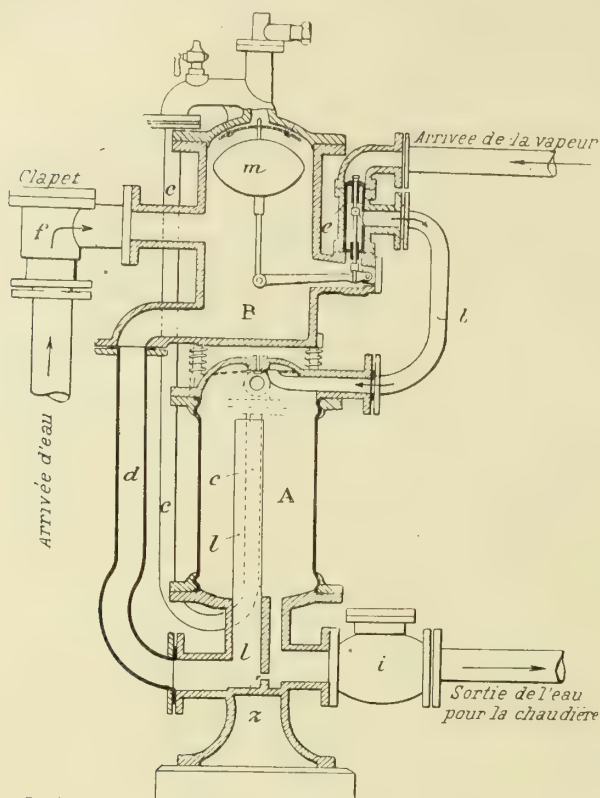


Fig. 1. — Coupe verticale de l'appareil Schönicke.

les figures 1 à 6, a été étudié en vue de réduire au minimum les organes mobiles, et de remplacer leur fonctionnement par le jeu de siphons qui ne peuvent ni s'user ni se dérégler.

Cet organe, monté au-dessus de la chaudière, se compose de deux récipients superposés A et B (fig. 1), qui peuvent communiquer entre eux par deux tubulures différentes : le siphon deux fois recourbé c, et le tube d. L'arrivée de l'eau d'alimentation se fait par la boîte à clapet f; la sortie de cette eau, par la boîte à clapet i. Une prise de vapeur, installée sur la chaudière, aboutit d'autre part à la soupape e et au récipient B.

Cette soupape e, qui repose sur son siège par sa face inférieure, est commandée par le flotteur m, guidé dans ses mouvements verticaux, et qui ouvre e quand il monte jusqu'à la partie supérieure de B.

Dans ces conditions, le fonctionnement de l'appareil est le suivant :

1° Les vases A et B se trouvent remplis d'eau (fig. 2), et le clapet i reste fermé sous l'action de la pression de la chaudière;

2° Dès que B se trouve rempli d'eau, la montée du flotteur produit l'ouverture de la soupape e; la vapeur entre dans la tubulure b, et il s'établit dans le vase A un équilibre de pression avec la chaudière, qui provoque l'écoulement de l'eau (fig. 3), tant par le clapet i que par les tubes c et d. L'eau qui remonte par c en chasse une égale quantité, qui descend de B par d et rejoint i par l'orifice z;

3° Quand la vapeur a fait baisser le niveau de l'eau dans A jusqu'à désamorcer le siphon c, elle remonte par ce même chemin jusqu'en B.

La vapeur arrivant à la partie supérieure de B (fig. 4) refoule brusquement l'eau qui s'y trouve dans le vase A par les tubulures d et l et en même temps, le flotteur s'abaissant, la soupape e se ferme.

L'eau froide arrivant dans A au contact d'une quantité limitée de vapeur, la condense et, sous l'action du vide qui en résulte, l'eau de la conduite d'alimentation, qui possède toujours une certaine pression, ouvre le clapet f et remplit les deux réservoirs A et B, ainsi que toutes les tuyauteries.

Le même jeu du flotteur recommence alors, comme nous l'avons indiqué ci-dessus, et les réservoirs se remplissent et se vident alternativement dans la chaudière, tant que le niveau dans celle-ci n'est pas

assez élevé pour obturer l'extrémité de la conduite de vapeur qui alimente l'appareil.

Dans ce dernier cas, le fonctionnement est suspendu, faute de vapeur, tant que l'abaissement du niveau de l'eau ne dégage pas à nouveau la conduite.

Cet appareil, s'il est muni d'un organe qui enregistre le nombre des remplissages, constitue un véritable compteur de l'eau consommée par la chaudière.

Son fonctionnement, qui n'est pas arrêté par l'emploi d'une eau d'alimentation à température élevée, outre l'avantage de ramener constamment et automatiquement le niveau de l'eau à la cote fixée, entretient, en outre, l'eau de la chaudière dans un état d'agitation qui active la vaporisation et produit une économie de charbon. En même temps, la chaudière n'est pas exposée à être refroidie par de brusques

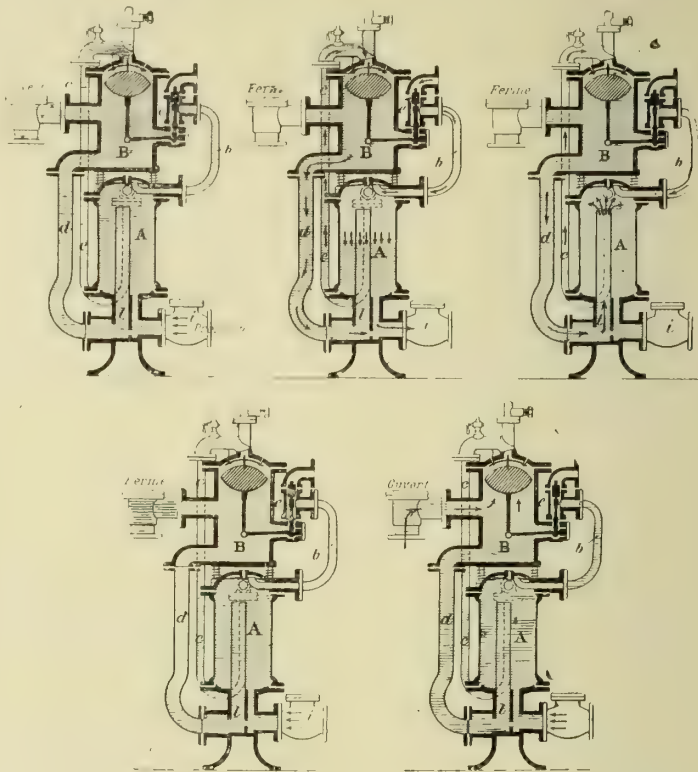


Fig. 2 à 6. — Phases successives du fonctionnement.

injections d'eau en grande quantité, comme il arrive quand le chauffeur s'aperçoit que le niveau a baissé à l'excès; on évite ainsi d'avoir à forcer l'allure du foyer pour remonter la pression, et la régularité de la marche de celui-ci favorise encore la bonne utilisation et l'économie du combustible.

Le chargement des hauts fourneaux.

Au dernier meeting de l'American Institute of Mining Engineers, M. David Baker a attiré l'attention sur l'importance du chargement des hauts fourneaux au point de vue de leur marche et de l'usure à peu près uniforme des parois.

La manutention mécanique a d'abord pour effet de produire beaucoup de poussière de coke et d'augmenter la dépense en combustible. Il peut ensuite en résulter des troubles graves dans la marche du fourneau, comme le montrent les accidents survenus, par exemple, à la Dominion Iron and Steel Co, à Sydney (Nouvelle-Écosse).

La mauvaise répartition des charges, versées par un basculeur qui ne les répandait pas uniformément dans toutes les régions du gueulard, mais laissait s'accumuler les gros morceaux d'un côté et les poussières de l'autre, de sorte que la région des gros morceaux travaillait plus rapidement et avec plus d'intensité, donna bientôt lieu à une corrosion complète de la maçonnerie.

Des expériences de M. Baker sur un modèle de haut fourneau à parois vitrées lui ont permis de mettre en évidence la cause de ces déboires, et de les faire cesser en disposant un distributeur qui tend à rejeter les parties fines au centre de la cuve.

D'autres dispositifs tendant au même but sont employés par la Lackawanna Steel Co, à Buffalo; par M. Roberts, à Philadelphie; par M. Pohlig, à Cologne.

Ce dernier système, décrit par le *Stahl und Eisen*, consiste dans l'emploi de grandes bennes d'une contenance de 3 tonnes, à fond mobile en entonnoir renversé, et transportées le long d'un monte-charges incliné qui les amène au gueulard. Ces bennes sont suspendues par

une chaîne fixée sur le fond mobile, au chariot du monte-charge; arrivé à bout de course, ce chariot se trouve au-dessus du gueulard, la chaîne descend jusqu'à laisser la benne reposer sur l'orifice de chargement, et, le fond s'abaissant au delà de ce point, le chargement a lieu d'une manière symétrique, en raison de la forme conique du fond, et sans que le minerai ou le coke aient été abimés par des basculements et des reprises successives dans plusieurs élévateurs.

Bétonnière doseuse.

La figure ci-contre, empruntée à l'*Engineering News*, est relative à une bétonnière imaginée par M. Henry Campbell, de Milwaukee, en vue de préparer un béton de composition rigoureusement constante. Plusieurs de ces machines sont déjà en usage en Amérique.

L'appareil mesure exactement et automatiquement les quantités de sable, ciment, cailloux et d'eau qui sont nécessaires; il mélange d'abord les constituants solides à sec; l'eau n'est introduite que quand l'homogénéité de ce mélange est suffisante, soit au milieu de la longueur du cylindre; puis le tout est malaxé énergiquement, de la façon ordinaire, par un système de nervures et palettes hélicoïdales fixes ou mobiles.

Le cylindre M de la bétonnière est un peu incliné sur l'horizontale et le béton fabriqué sort par le fond inférieur. La trémie T, par laquelle se fait l'introduction des éléments solides, est à trois compartiments parallèles, chargés respectivement de ciment, sable et cailloux et se terminant, à la partie inférieure, par un fond semi-cylindrique dans lequel viennent puiser des augets d'alimentation A₁, A₂, A₃, A₄ disposés sur la périphérie du cylindre malaxeur.

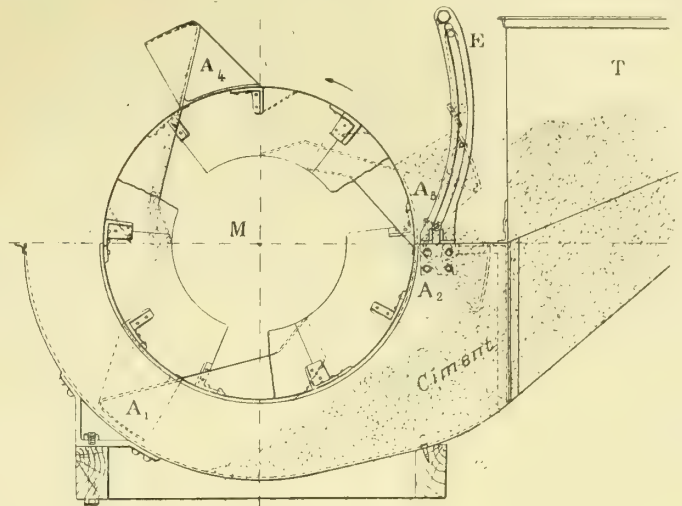
Ces augets, dont on peut faire varier la contenance au moyen du niveleur E (on peut même faire en sorte que quelques-uns passent à vide) déversent leur contenu dans l'intérieur du cylindre quand ils arrivent à la partie supérieure. Comme on dispose du nombre et de la capacité des augets, on conçoit qu'il est possible par une orientation convenable des surfaces de déversement de faire arriver tous les matériaux sensiblement au même point et en même temps, quelles que soient les proportions adoptées pour le mélange.

Dans ces conditions, il se fait un premier mélange qui se complète par la progression des matériaux dans la première moitié du cylindre;

la surface intérieure de celui-ci est d'ailleurs munie de nervures et de heurtoirs qui facilitent ce travail.

L'eau arrive au milieu du cylindre par l'arbre qui est creux.

Cette bétonnière produit non seulement un béton parfaitement homogène mais elle aurait encore les avantages suivants: le mélange étant fait à sec et l'addition d'eau étant progressive, il y a peu ou pas d'adhérence aux parois; la continuité de la distribution fait qu'on évite les



Coupe transversale de la bétonnière doseuse.

secousses brusques; pour ces deux raisons la bétonnière fonctionne très régulièrement avec une consommation de force relativement faible et s'use très peu; enfin il y a suppression presque complète des pous-sières.

On a construit cette bétonnière dans plusieurs dimensions; les productions varient de 2 à 30 mètres cubes à l'heure; le type moyen, fabriquant 14 mètres cubes, a un cylindre de 1^m 20 de diamètre et de 2^m 40 de longueur.

Locomotive de montagne de 150 tonnes, système Shay.

La locomotive américaine du système Shay, que représente la figure ci-jointe, d'après les *Annalen für Gewerbe und Bauwesen*, a été construite pour le Chesapeake and Ohio R.R. (West-Virginia, États-Unis). Ce type de machines, peu connu en Europe, est cependant usité depuis longtemps déjà dans les grandes exploitations forestières américaines, pour le transport des trains de bois aux scieries, dans les régions très accidentées.

La locomotive dont il s'agit ici est la plus grosse qu'on ait exécutée dans ce genre; elle est à voie normale, et comporte en marche un poids adhérent de 150 tonnes, réparti sur huit essieux.

Il existe trois cylindres verticaux, bien visibles au milieu de la figure, montés côte à côte sur le côté droit de la machine, en avant du foyer, et actionnant, par des bielles verticales, un arbre horizontal qui se prolonge tout le long de la locomotive et du tender, pour transmettre le mouvement à chacun des essieux.

Ces trois cylindres sont montés sur un bâti qui contient les conduits d'admission et d'échappement, et qui porte le nom de chambre de vapeur. Leurs manivelles sont calées à 120 degrés.

La chaudière est du type usuel en Amérique; le foyer haut et profond, la cabine du mécanicien vaste et bien abritée. Étant donnée l'absence

de symétrie de toute la locomotive par rapport à son axe longitudinal, l'axe de la chaudière est très différent de l'axe de la voie.

La disposition caractéristique de la locomotive consiste dans la transmission du mouvement à tous les essieux, y compris ceux du tender, au moyen de l'arbre longitudinal composé de segments articulés. Chacun de ces segments, fixé le long d'un des quatre bogies, actionne par engrenage conique les deux essieux perpendiculaires à sa direction.

Deux segments consécutifs sont reliés par des manchetons d'accouplement, l'un du genre cardan, qui lui permet de faire des angles dans toutes les directions, l'autre qui rattrape les variations de longueur du système.

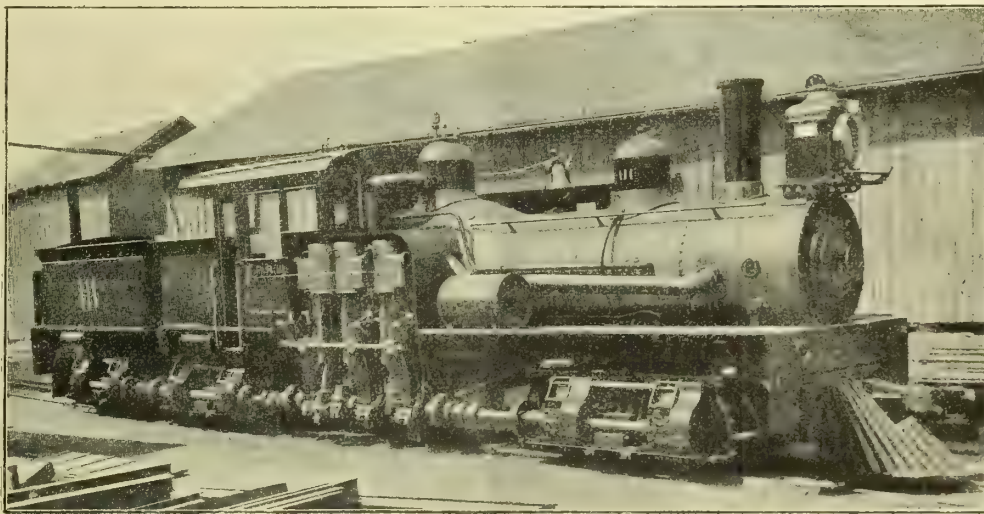
Les segments sont supportés par des paliers qui font partie des boîtes à graisse des essieux.

La réduction de vitesse, dans les engrenages coniques, est d'environ moitié.

L'extrémité des essieux opposée à celle où se trouvent

les engrenages est d'une construction beaucoup plus simple, et analogue à celle des essieux porteurs de bogies ordinaires; il en est de même pour les longerons de gauche des bogies.

La machine est pourvue des accessoires usuels, du frein Westinghouse, et d'une cuiller pour prendre l'eau en route. Sa vitesse ne dépasse pas 30 kilom. à l'heure. Elle peut circuler dans les courbes de 120 mètres de rayon et sur les rampes de 45 millièmes.



Locomotive de montagne de 150 tonnes, système Shay.

SOCIÉTÉS SAVANTES ET INDUSTRIELLES

Académie des Sciences.

Séance du 3 octobre 1904.

Chimie agricole. — *Sur un nouveau traitement des semences.* Note de MM. E. BRÉAL et E. GIUSTINIANI, présentée par M. Th. Schlösing fils.

Les auteurs ayant laissé des graines de Vesce pendant vingt heures sur une dalle de plâtre humide, ont constaté que leur poids augmentait de 55 % et que, semées dans une terre à 20 % d'eau, à côté d'un poids égal de graines non mouillées, elles donnaient, après un mois, une récolte d'organes aériens pesant six fois la récolte témoin.

Comme les terres cultivées renferment, en général, moins de 20 % d'eau, on peut en conclure qu'il doit être utile de laisser les semences s'imbiber d'eau avant de les confier à la terre. Mais comme le plus souvent les graines mouillées deviennent la proie d'organismes inférieurs, on ne pratique pas ce mouillage pour éviter que la récolte ne soit diminuée ou perdue; même, pour empêcher l'envahissement des cultures par ces parasites, on pratique souvent le sulfatage des graines avec une solution de sulfate de cuivre à 1 %, suivi parfois d'un chaulage; on précipite ainsi le cuivre dont l'effet nuisible sur la germination a été constaté par MM. Dehérain et Demoussy, Coupin, Devaux, etc.

Les auteurs ont voulu reconnaître si le mouillage des graines pouvait se faire avec une solution étendue de sulfate de cuivre sans nuire cependant à leur faculté germinative. Voici le procédé qui leur a donné les meilleurs résultats : dans une solution renfermant de 1 à 5 % de sulfate de cuivre on incorpore à l'ébullition 2 à 3 % de fécule; après refroidissement, on mélange à l'empois quatre à cinq fois son poids de semence, on malaxe, on laisse reposer vingt heures, on saupoudre avec la chaux et on laisse sécher à l'air. Les graines se trouvent alors recouvertes d'un enduit de fécule chargé d'hydrate de cuivre et de plâtre.

Un grand nombre de cultures comparatives en pots, faites pendant deux ans, avec des poids égaux de semences, les unes recouvertes de l'enduit cuivrique, les autres non préparées, ainsi que cinq cultures de maïs quarantain en pleine terre, ont prouvé l'effet utile de l'enveloppe cuivrique.

Pour ces dernières, on constatait dès le début de la végétation que les plantes provenant de graines traitées prenaient de l'avance, et que, à la récolte, faite après cent jours de culture, leurs épis étaient les plus mûrs.

Les nombres qui mettent en comparaison les deux récoltes fraîches indiquent un excédent de poids pour les produits provenant des graines sulfatées, bien que les plantes issues des graines non traitées fussent moins mûres et par suite continssent une plus grande proportion d'eau.

De même, ce sont les épis provenant des graines traitées qui ont déterminé le plus grand poids total de récolte.

Chimie minérale. — *Propriétés et constitution des aciers au molybdène.* Note de M. LÉON GUILLET, présentée par M. A. Ditté.

La note que notre collaborateur présente est une étude sur les aciers au molybdène, dont les propriétés ont déjà été exposées dans le *Génie Civil* (1).

Ces recherches établissent nettement que le molybdène agit sur les propriétés des aciers de la même façon que le tungstène; mais il faut quatre fois plus de molybdène que de tungstène pour arriver aux mêmes résultats.

Les propriétés des deux groupes d'aciers caractérisés par la micrographie peuvent se résumer comme suit : les aciers perlitiques possèdent une charge de rupture et une limite élastique élevées et cela d'autant plus que la teneur en molybdène est plus forte; ils ont des allongements moyens et de belles strictions; ils offrent une très grande résistance au choc, mais ils sont assez durs. Les aciers à carbure sont à très haute charge de rupture et limite élastique, mais ils sont fragiles, ils ont une dureté extrêmement élevée; quant à l'influence des divers traitements (trempe, recuit, etc.) elle est la même que sur les aciers au tungstène.

Les aciers au molybdène, dont le prix n'est pas plus élevé que celui des aciers au tungstène, toutes proportions gardées, doivent se substituer dans certains cas aux aciers au tungstène. C'est ainsi que les

aciers perlitiques doivent remplacer les aciers à faible teneur en tungstène (0,600 environ) utilisés comme ressorts et que les aciers à plus haute teneur (carbure double) ont des qualités au moins égales à celles des aciers au tungstène qui se trempent à l'eau, à l'huile, etc.

Énergétique biologique. — *Comparaison de la dépense des muscles fléchisseurs et des muscles extenseurs de l'avant-bras, appliqués, chaque groupe isolément, à la production du même travail extérieur continu alternativement moteur et résistant,* par M. A. CHAUVEAU.

M. Chauveau résume comme il suit les résultats de ses nombreuses expériences sur le travail des muscles :

1° Le travail extérieur effectué par les muscles fléchisseurs de l'avant-bras est moins onéreux que celui des extenseurs;

2° L'écart de dépense énergétique entre les deux ordres de muscles est tel qu'on peut estimer à 0,6 pour les extenseurs et à 0,4 pour les fléchisseurs, le partage de la dépense énergétique totale qu'entraîne leur mise en activité dans les expériences où on les fait concourir à la production du même travail extérieur;

3° Les fléchisseurs et les extenseurs ne font donc pas le même travail intérieur en effectuant, dans les mêmes conditions, le même travail extérieur. Le taux de la dépense énergétique, en oxygène absorbé, étant la fidèle représentation de la valeur du travail intérieur des muscles, le rapport de la valeur de ce travail effectué par les fléchisseurs à celle du travail effectué par les extenseurs doit être évalué à 0,8 environ;

4° Cette différence semble être due exclusivement aux conditions moins favorables du fonctionnement des extenseurs. La fatigue à laquelle cette infériorité les prédispose n'est pas le facteur essentiel du dépassement de la dépense des extenseurs. Ce dépassement se produit, en effet, aussi bien avec les petites charges, incapables d'amener la fatigue, qu'avec les grosses qui y conduisent facilement;

5° Il reste à savoir si la même différence se retrouve dans tous les systèmes fléchisseurs et extenseurs des autres régions du corps, particulièrement ceux des membres inférieurs. L'étude de ces autres systèmes s'impose non seulement pour le bénéfice qu'en peut retirer la théorie générale de la dépense énergétique dans l'économie animale, mais aussi pour les indications utiles que cette étude peut fournir sur la meilleure manière de faire travailler les muscles de l'homme et des autres moteurs animés.

Météorologie. — *Sur un effet de vide produit par une trombe.* Note de M. LÉON PIGEON, présentée par M. Mascart.

Une trombe, survenue à Dijon, a produit de graves désastres sur deux bâtiments appartenant aux Docks de Bourgogne. L'un d'eux, vaste hangar clos de 50 mètres de long sur 20 mètres de large, a été totalement détruit, un autre a eu sa toiture enlevée, mais au-dessus seulement d'une des trois chambres contiguës formant l'étage supérieur, et transportée au loin dans la direction de la trombe.

La méthode employée, pour savoir comment s'est produit le sinistre, a consisté à reconnaître, d'après leurs dimensions, leurs formes et leurs cassures, les matériaux écroulés; à comparer leur situation de chute à leur situation d'origine; enfin, à examiner attentivement l'ordre dans lequel, lors de la chute, ils sont venus se superposer.

Par cette étude se trouvent confirmées les notions antérieurement acquises sur le vide que peut produire le passage des trombes déterminant sur les bâtiments clos une véritable explosion. Dans plusieurs cas, ces effets de vide ont été inscrits par des baromètres enregistreurs. Ces effets sont, d'ailleurs, toujours extrêmement localisés.

Radioactivité. — *Des colorations produites par les rayons de Becquerel (application à la cristallographie; détermination calorimétrique de la radioactivité).* Note de MM. C.-J. SALOMONSEN et G. DREYER, présentée par M. Bouchard.

Le verre, à l'inverse du quartz, se colorant sous l'action des rayons de Becquerel d'une manière uniforme, peut être employé pour la recherche de la force de la radioactivité; la sensibilité et la coloration dépendent de la composition chimique du verre, ce qui n'a aucun inconvénient s'il ne s'agit que de mesures relatives. L'expérimentateur pouvant toujours se munir de plaques de verre de la même fonte.

A. B.

BIBLIOGRAPHIE

Revue des principales publications techniques.

AGRICULTURE

Transformation forestière du Morvan. — M. Roy expose dans un mémoire présenté à la *Société des Agriculteurs* (Bulletin de mai 1904), les avantages que présenterait la substitution, ou tout au moins le mélange, des résineux aux feuillus dans les bois du Morvan soumis au furetage. Au premier rang de ces avantages il place la fourniture des bois de mine (1), toujours plus considérable dans les centres miniers du Nord, qui, actuellement, recherchent les essences de résineux en raison de leur droiture, de leur croissance rapide, de leur cassure lente et dentelée permettant à l'ouvrier de prévoir la rupture. Il voit également un important débouché pour les résineux dans la fabrication du papier dont la consommation a augmenté de 110 millions de kilogrammes en ces dernières années et pour laquelle le sapin et l'épicéa fournissent la pâte la plus appréciée dans les râperies. Avec ces essences, les débits en madriers, planches, bois de service, ont également acquis un développement considérable; elles tendent même à se substituer au chêne pour les bois d'œuvre et d'industrie et les charpentes.

M. Roy cite l'exemple de certains propriétaires belges qui ont réalisé des fortunes en semant, dans de mauvais terrains, des résineux coupés encore jeunes comme perches à houblon ou bois de mine.

Examinant ensuite l'application qui a été faite de cette méthode d'enrénement des taillis sous futaie, dans les Vosges et le Jura, depuis une vingtaine d'années, il montre les brillants résultats qui y ont été obtenus. Tout en reconnaissant que la qualité du bois des résineux est légèrement inférieure dans les régions de plaine, l'auteur conclut qu'elle serait suffisante pour les différents emplois commerciaux qu'il a énumérés précédemment et qu'elle relèverait la valeur, actuellement infime, des taillis furetés du Morvan. Il indique dans quelles conditions devra se faire ce reboisement mixte qui sera d'autant plus facile que le voisinage du hêtre et du chêne, essences principales des futaies de ces régions, est très favorable au développement du pin et de l'épicéa.

ARCHITECTURE

La décoration architecturale du Métropolitain de Berlin. — M. H. FISCHER consacre, dans l'*Oesterreichische Wochenschrift* du 1^{er} octobre, une étude au rôle de l'architecture et de l'art décoratif dans le métropolitain de Berlin. La question, pour les habitants du vieux continent qui n'ont pas encore renoncé à toute préoccupation d'esthétique urbaine, est intéressante et amène à faire certaines comparaisons entre les conceptions qui ont prévalu, à Berlin et à Paris, par exemple, dans des cas très analogues : architecture de viaducs métalliques et de gares aériennes.

La plupart des villes américaines n'ont jamais envisagé l'importance d'une architecture décorative pour leurs elevated; la charpente métallique est aussi robuste et aussi simple que possible. De même, le métropolitain de Vienne témoigne d'un souci médiocre de l'esthétique des viaducs (2). A Berlin, au contraire, au moins dans le centre de la ville, les viaducs du métropolitain ont été l'objet d'une décoration, plus ou moins réussie suivant les cas, mais qui témoigne toujours d'une recherche attentive.

L'auteur publie un grand nombre de vues de piliers en tôle et cornières, dont l'aspect est certainement plus satisfaisant que celui des massives colonnes en fonte sans socle, adoptées à Paris (3). Les pilastres en pierre, qui servent d'amortissement à certaines travées du viaduc (4), se rapprochent davantage de ceux que nous pouvons voir sur la ligne circulaire Nord-Sud (5), mais leurs ornements bizarres témoignent d'un goût différent du nôtre.

On peut remarquer aussi, en certains points du

(1) Voir le *Génie Civil*, t. XLV, n° 23, p. 383.

(2) et (3) Voir le *Génie Civil*, t. XLII, n° 44, p. 209; n° 45, p. 225, et n° 22, p. 339.

(4) Voir le *Génie Civil*, t. XL, n° 21, p. 341.

(5) Voir le *Génie Civil*, t. XLII, n° 22, p. 349.

(1) Voir le *Génie Civil*, t. XLV, n° 23, p. 242.

viaduc, d'élégantes balustrades en fer forgé, procédant du même style que l'escalier principal situé dans la nef du Grand-Palais des Champs-Élysées.

En ce qui concerne la charpente du viaduc proprement dit, beaucoup de personnes préféreront sans doute celui de la Bülowstrasse, à Berlin, avec ses minces piliers divergents et ses poutres en arcades (1), aux travées inégales et massives de nos boulevards extérieurs. Il est vrai que, sur bien d'autres points de Berlin, les travées en poutres droites, dont la ligne rigide et uniforme déplaît à l'œil, viennent modifier cette impression.

Les gares aériennes du métropolitain de Paris (2) ont le mérite d'une certaine simplicité qui rend leur masse moins gênante pour la vue. Celles de Berlin sont d'un aspect véritablement exagéré, aussi bien celles du métropolitain à vapeur que du nouveau chemin de fer électrique (3), et bien qu'on leur ait prodigué la décoration architecturale, il semble que, au moins à l'extérieur, ces grands bâtiments soient d'un effet fâcheux.

Les escaliers et les balustrades des stations souterraines diffèrent peu de ceux qui sont employés à Paris dans la plupart des cas.

CHEMINS DE FER

Le chemin de fer de l'Alaska. — Les résultats de la première année de travail, pour la construction de cette ligne, sont donnés dans l'*Engineering News*, du 8 septembre, par M. A. W. SWANITZ, Ingénieur en chef de la ligne.

Ce chemin de fer, dont le tracé avait été étudié pendant deux ans par tout un corps d'Ingénieurs qui, en outre, avaient exploré la contrée traversée pour en déterminer les ressources et peser toutes les chances d'avenir de la ligne, aura une longueur d'environ 500 kilom. Il part de Seward, dans la baie Résurrection, qui est toujours libre de glaces et où l'établissement d'un bon port sera des plus faciles, et se terminera sur la rivière Tanana, affluent de gauche du Youkon. Le tracé est dirigé sensiblement du sud au nord.

Une partie de la région traversée fournira les bois nécessaires à la pose de la voie et à la construction des premiers ponts; les environs immédiats ou éloignés de la ligne abondent en mines de charbon excellent, en gisements de cuivre, d'étain, de platine et en placers aurifères; les pâturages sont nombreux et le sol se prête facilement à l'obtention des légumes et de la plupart des plantes cultivées dans la partie septentrionale de la zone tempérée.

La ligne aura deux chaînes de hauteurs à franchir; elles seront passées aux cotes 270 et 700 mètres.

Aujourd'hui, Seward, le point terminus, qui n'était qu'une baie déserte il y a un an, est un bourg organisé de plus de 900 habitants avec wharf, magasins, lumière électrique, téléphone et tous les services d'une gare maritime importante et d'un centre minier. Les premiers rails ont été posés sur le wharf le 16 avril dernier; au 12 juillet ils s'étendaient sur 12 kilomètres.

L'auteur termine son étude en donnant le prix de revient de ces premiers travaux, la vitesse et le prix probables des travaux futurs, décrivant les avantages et envisageant l'avenir commercial de la ligne.

HYDRAULIQUE

Nouveau programme d'irrigations en Égypte. — A l'occasion d'un livre bleu retentissant, publié sous les auspices de Sir W. Garstin, et relatif à l'hydrographie de la Haute-Égypte et du Soudan Égyptien, Sir Hanbury Brown, dans l'*Engineer*, des 9, 16, 23 et 30 septembre et du 7 octobre, étudie la question du contrôle des eaux du Nil depuis les sources jusqu'à la mer, en vue d'étendre largement le système actuel d'irrigations de la Basse-Égypte à la fois au Soudan et à la Haute-Égypte.

L'auteur fait d'abord un historique de la question des irrigations, puis expose l'état actuel des travaux relatifs à la réalisation d'un programme ancien et un projet grandiose de travaux nouveaux. Il dénombre ensuite le cube d'eau dont on pourrait disposer en différents points par un meilleur aménagement des voies fluviales. Actuellement 80 % des eaux sortant des lacs Victoria et Albert n'arrivent pas jusqu'en Égypte parce que le fleuve traverse, entre Lado

et Fachoda, de vastes marécages où elles se perdent par infiltration et évaporation. Pour éviter ces maux on ne propose rien moins que de construire un canal de plus de 350 kilom. de longueur entre Bor et le Sobat et, pour régulariser le débit selon la consommation d'eau des terrains irrigués, d'établir deux barrages immenses à la sortie des lacs Albert et Victoria.

La dépense serait de plus de 350 millions.

Le projet de correction du Nil Bleu n'est pas moins vaste, mais sa réalisation n'est envisagée que dans un avenir beaucoup plus éloigné: l'urgence est moindre, le volume d'eau récupéré est d'ailleurs beaucoup moins élevé et actuellement les difficultés politiques qui s'opposent à sa réalisation seraient considérables.

HYGIÈNE

L'air et la lumière dans les habitations urbaines. — Dans une communication à la Société de Médecine publique que publie la *Revue d'Hygiène* de juillet 1904, M. Émile TRÉLAT, se plaçant au point de vue de l'hygiéniste, rappelle les capacités saluaires dont témoignent l'air et la lumière dans leur manifestation externe et montre la difficulté que présente la bonne utilisation de leurs bienfaits dans les grandes agglomérations urbaines.

Malgré l'imperfection de cette mise en valeur, l'auteur indique cependant les progrès accomplis à Paris par la salubrité, au cours du dernier siècle, période pendant laquelle cette ville a doublé son territoire et quadruplé sa population.

Il montre les étapes successives de l'habitation, depuis le temps des couloirs obscurs et malsains qui, avant 1848, serpentaient dans la profondeur des locaux, jusqu'à la période actuelle où deux circonstances nouvelles sont venues modifier heureusement la disposition des immeubles: d'une part, l'intervention des compagnies d'assurances introduisant leurs réserves dans la réfection de notre capitale; d'autre part, le développement de l'industrie du verre, mettant à la disposition du constructeur la ressource de parois vitrées et des planchers transparents.

Malheureusement les dispositions actuellement adoptées, tout en résolvant de façon à peu près complète la question d'aération, laissent encore beaucoup à désirer au point de vue de l'éclairage: sous ce rapport, de grosses difficultés surgissent, qui imposent aux voies publiques certaines conditions. M. Trélat s'appliquant à définir celles-ci, démontre d'abord l'impossibilité de recueillir, à l'intérieur, la lumière très pure tombant du zénith, l'inutilité de la lumière horizontale, enfin les capacités moyennes d'épuration de la lumière médiane qui la rend maîtresse incontestée de l'éclairage de nos habitations.

Il établit ensuite le rapport qui doit exister entre la largeur des rues et l'élévation des maisons pour que la lumière médiane y puisse pénétrer et conclut à la règle suivante: *Dans les villes, les voies publiques doivent avoir des largeurs au moins égales à une fois et demie la hauteur de la crête des maisons qui les bordent.*

M. Trélat estime que, dans l'application, ces exigences de la salubrité pourraient être réduites à *proscrire toute création de voies publiques de largeur inférieure à 12 mètres.*

MATÉRIAUX DE CONSTRUCTION

La construction moderne et la protection contre l'incendie. — Dans un mémoire de M. Perez M. STEWART, que reproduit l'*Engineering News*, du 22 septembre, sous forme d'extrait, sont résumées les règles de construction de nature à réduire l'éclatement et le développement des incendies.

L'autre montre d'abord comment doivent être établies les communications des différents étages d'un même étage et des différents étages entre eux pour éviter la propagation rapide dans le sens horizontal et dans le sens vertical, puis étudie en détail tous les procédés proposés pour rendre le bois moins combustible ou pour lui substituer des matériaux incombustibles dans les menuiseries, huisseries et décorations intérieures, le bois restant en définitive la cause principale de danger. Les différentes substances incombustibles ou peu combustibles qu'il étudie sont: le bois ignifugé, le bois calaminé ou recouvert de métal, l'ouraltite ou pierre artificielle composée principalement d'amiant, l'aliquum formé de cendres et d'amiant réunies par un agglutinant de composition secrète. Ces deux

dernières substances, succédanées du bois, se travailleraient bien, auraient une résistance suffisante et se prêteraient facilement à la décoration soit par les formes variées que l'outil peut leur donner, soit par les couleurs qu'elles peuvent recevoir.

L'auteur cite quelques exemples d'emploi de ces substances et termine par quelques considérations sur l'emploi d'un ameublement ignifugé ou incombustible et sur la signification qu'il convient de donner au mot *fireproof*, à l'épreuve du feu, d'un sens beaucoup trop absolu et attribué peut-être un peu trop facilement par les Américains aux constructions dont le seul gros œuvre est en fer et en pierre. L'auteur fait remarquer qu'à proprement parler aucun des matériaux de construction ne peut, sans notable modification, supporter l'action du feu et que cette modification entraîne toujours soit une déformation, soit un changement physique ou chimique ayant nécessairement pour conséquence finale une diminution de la résistance.

MÉTALLURGIE.

Fabrication des moules de fonderie. — L'*Engineering*, du 23 septembre, reproduit un mémoire de M. Thomas D. West dans lequel l'auteur indique les moyens de faire systématiquement et par un grand nombre de méthodes et tours de main le fond des moules ouverts; de même il donne les moyens de s'assurer de la fermeté du moule en profondeur et à la surface, d'en dresser la surface et de la niveler.

MINES

Les principaux gisements de minerais de zinc des États-Unis. — M. L. DEMARET, Ingénieur principal au Corps des Mines, à Mons, étudie, dans la *Revue universelle des Mines*, de juin 1904, les principaux gisements de zinc des États-Unis, qui, d'après lui, sont de nature à attirer l'attention des industriels belges, dont la fabrication est alimentée presque exclusivement par des minerais étrangers: sur 308 880 tonnes de minerais de zinc, traitées dans leurs usines en 1902, 303 130 tonnes provenaient de l'étranger dont 30 080 tonnes d'Amérique.

L'auteur passe successivement en revue les districts miniers des États ou territoires suivants: Arkansas, Colorado, Kentucky, Missouri, Kansas, New Jersey, Nouveau-Mexique, Pennsylvanie, Tennessee, Utah, Virginie, Wisconsin et Iowa, en donnant d'intéressants détails sur les différents minerais exploités, leur origine, leur exploitation, leur vente, etc.

PHYSIQUE INDUSTRIELLE

La station centrale d'énergie Phipps, à Pittsburgh (États-Unis). — Cette station centrale, d'une puissance totale de 3 600 chevaux, est signalée par les journaux américains: *Engineering News*, du 15 septembre, *Iron Age*, du 15 septembre, et *Engineering Record* du 17 septembre, comme une des plus intéressantes qui aient été construites depuis plusieurs années en Amérique.

La station Phipps fournit à la fois l'énergie mécanique, la chaleur et la lumière à un groupe d'immeubles situés dans son voisinage. En réunissant dans un seul local toutes les installations mécaniques que chacun de ces établissements eût nécessitées, on y a gagné que les étages inférieurs des bâtiments sont laissés libres et peuvent être occupés par des maisons de commerce payant un loyer très rémunérateur; de plus, par la concentration, on augmente le rendement total et on diminue la part proportionnelle des frais généraux; en particulier le nombre des conducteurs mécaniciens est considérablement réduit. Enfin, dans une installation indépendante, des dispositions peuvent être prises beaucoup plus facilement en vue d'une extension ultérieure.

La construction est d'un seul tenant; elle couvre une surface de 930 mètres carrés; elle est à dix étages. Les trois premiers étages, chacun d'une hauteur de 7 m 50, sont occupés par les générateurs et machines; les sept autres, d'une hauteur de 4 mètres, peuvent servir de locaux pour de petites industries. Au centre, occupant la hauteur de deux de ces étages, est une trémie à charbon alimentant directement, par des chutes, les foyers des chaudières qui sont à chargement continu. Deux cheminées, correspondant à chacune des deux batteries de chaudières, traversent également tous les étages supérieurs.

La construction est du type dit *fireproof*; l'ossa-

(1) Voir le *Génie Civil*, t. XL, n° 21, p. 343.

(2) Voir le *Génie Civil*, t. XLII, n° 22, p. 343.

(3) Voir le *Génie Civil*, t. XL, n° 20, p. 321, 327, et n° 21, p. 343.

ture métallique est noyée dans le béton pour les étages inférieurs, et recouverte de poteries pour les autres.

De nombreux détails de construction, ainsi que des renseignements sur le service des différents appareils et la manutention du combustible et des cendres, sont donnés dans ces études.

Le Laboratoire d'essais industriels de charbons à l'Exposition de Saint-Louis. — Ce laboratoire a été monté par le service géologique des États-Unis en collaboration avec les industriels exposants qui ont fourni toute la machinerie et le matériel principal. La description de cette installation ainsi que la nature et le processus des opérations qui s'y accomplissent sont donnés par M. E. W. PARKER, dans l'*Engineering and Mining*, du 15 septembre.

Les essais qui sont faits dans ce laboratoire ont un caractère tout pratique et uniquement industriel. La valeur des charbons, anthracites et lignites y est déterminée, d'après les différents usages auxquels ils sont destinés et par expérience directe : production de chaleur, de vapeur, de travail mécanique, d'énergie électrique, cuisson de divers produits, rendements dans les séries successives de transformation de l'énergie calorifique, soit par combustion directe, soit par l'emploi de gazogènes, rendements en gaz d'éclairage, en coke, goudrons et produits ammoniacaux par distillation, utilisation des pous-siers, aptitude à l'agglomération pour la fabrication des briquettes, lavage et enrichissement mécanique, pertes par les fumées, leur valeur calorifique et leur utilisation, etc.

A ce laboratoire industriel est adjoint un laboratoire d'analyses chimiques et de déterminations du pouvoir calorifique par la bombe calorimétrique Mahler. Les plus grands soins sont pris pour assurer l'exactitude de l'échantillonnage, sans laquelle la valeur des déterminations de laboratoire les plus précises est souvent illusoire.

Le même sujet est étudié par M. D. T. RANDALL dans le *Cassier's Magazine* d'octobre.

La Plasticité du fer et de l'acier. — L'*Engineering* du 9 septembre reproduit un mémoire que M. Walter ROSENHAIN a présenté à l'Iron and Steel Institute, dans lequel l'auteur reprend des expériences lui ayant fourni des conclusions et résultats en contradiction avec ceux de MM. Osmond, Fremont et Cartaud.

La question a trait à la microstructure des aciers et du fer, en particulier à l'interprétation qu'il faut donner à la présence de bandes obscures, dites bandes de glissement, auxquelles l'auteur est amené à attribuer un caractère nettement cristallin comme après ses premières expériences. M. Rosenhain en déduit les conclusions qui montrent l'influence qu'a la température du métal fondu au moment de la coulée sur la structure et la résistance des pièces moulées; il met également en évidence l'influence d'une agitation mécanique pendant la solidification sur leur constitution et leurs propriétés mécaniques.

TRAMWAYS

Le tramway de Saint-Gall à Trogen (Suisse). — M. HERZOG décrit, dans la *Zeitschrift des Vereines deutscher Ingenieure*, du 17 septembre, le tramway de Saint-Gall à Speicher et à Trogen, d'une longueur de 10 kilom. environ. Cette ligne est alimentée par le courant triphasé à 10 000 volts, transformé en continu dans une sous-station à Saint-Gall, que fournit l'usine hydro-électrique de Kubel⁽¹⁾. Il existe deux groupes convertisseurs formés d'un moteur asynchrone triphasé, alimenté sous 2 000 volts, actionnant une dynamo qui produit du courant à 800 volts. Il existe également dans la sous-station une batterie-tampon de 400 éléments (200 ampères-heure).

Il est à remarquer que sur une partie du parcours les voitures circulent sur la voie des tramways urbains de Saint-Gall et reçoivent du courant à 550 volts seulement. Il a donc fallu, à l'endroit du changement de voie et de ligne de contact, prendre des dispositions spéciales d'isolement. Les poteaux, en fer dans la ville, en bois dans la campagne, supportent les fils de contact, le feeder, les fils du téléphone, etc. Tout l'équipement électrique vient des ateliers d'Oerlikon.

Le matériel roulant se compose de :

Quatre grandes voitures motrices à voyageurs, de 14 mètres de longueur, à 2 bogies. Les quatre essieux sont pourvus de moteurs de 20 chevaux montés par

deux en série; chaque groupe est ensuite connecté en série ou en parallèle pour le contrôleur. La caisse comporte deux compartiments séparés par une plate-forme centrale, fermée de portes, ainsi que deux plates-formes extrêmes également fermées;

Deux fourgons automoteurs à deux essieux et deux moteurs;

Des voitures remorquées pour voyageurs et d'autres pour marchandises.

Le chauffage des voitures est électrique et peut être réglé pour consommer 1 200, 2 400 ou 3 600 watts par heure.

Le freinage est électromagnétique; en outre, un compresseur monté sur chaque voiture fournit de l'air comprimé pour les freins et les sablières. L'éclairage est fourni par deux groupes de lampes dont l'un ou l'autre fonctionne suivant le voltage dont dispose la voiture.

TRAVAUX PUBLICS

Pont en béton armé sur la Thur, près de Billwil (Suisse). — La *Schweizerische Bauzeitung*, du 1^{er} octobre, reproduit les plans d'un pont entièrement en béton armé, à deux arches semblables, qui vient d'être construit près de Billwil, dans le canton de Saint-Gall (Suisse).

Chaque arche est constituée par une voûte surbaissée de 35 mètres de portée et 4 mètres de flèche, trois poutres pleines verticales dont deux forment tympans et dont la troisième est placée dans l'axe longitudinal de l'ouvrage, enfin, par un tablier reposant sur les trois poutres et les débordant de chaque côté du pont.

L'épaisseur de la voûte est de 60 centimètres aux naissances et 16 centimètres à la clef; celle des poutres, 16 centimètres; celle du tablier, de 10 à 14 centimètres.

Les poutres sont entretroisées, auprès des naissances, par deux cloisons transversales.

La largeur de la voûte est de 3^m 20; celle de la chaussée, entre garde-corps, 3^m 60. Les calculs ont été faits en prenant pour base une charge uniforme de 300 kilogr. par mètre carré, et une charge roulante de 12 tonnes. Les armatures métalliques sont des fers ronds de 10 à 15 millimètres, et il en a été employé 16 tonnes.

Ce pont, en service depuis le mois d'avril dernier après des essais probants, a coûté environ 35 000 francs.

Barrage en terre de Clinton (États-Unis). — Ce barrage, dont la construction est décrite dans l'*Engineering Record*, des 20 et 27 août, a une longueur de 320 mètres et une hauteur maximum de 9 mètres; il est à noyau en terre damée, s'appuyant directement sur le fond d'une tranchée à bords en talus, qui a été creusée jusqu'au roc. La majeure partie de la terre située en amont de ce noyau, a été enlevée et remplacée par des matériaux rapportés; une banquette avec parements en pierres sèches a été construite à la hauteur où se produisent les variations du niveau de l'eau dans le réservoir.

La terre de surface a été enlevée sur une très faible épaisseur dans la partie aval, et on a donné à la face correspondante une pente extrêmement douce : $1/13$ à $1/33$. On a ainsi accru considérablement la largeur de l'ouvrage; sa largeur maximum est de 135 mètres. Les largeurs maximum et minimum du noyau sont respectivement 18 et 4 mètres.

Par ces dispositions, on a voulu éviter l'écueil principal des barrages en terre, c'est-à-dire les fissures produites par les affaissements ou le dessèchement; de plus, la pente douce donnée à la face aval a été jugée utile pour dissiper les préventions de la population à l'égard des barrages en terre, dont elle suspecte généralement la solidité, précaution d'autant plus nécessaire qu'au pied de l'ouvrage se trouve une grande route avec tramways.

Les matériaux ont été pris latéralement en deux points et aussi en arrière du barrage, à l'emplacement du réservoir. En opérant ainsi, on a eu en vue d'abord d'approfondir le réservoir, ensuite d'améliorer la qualité de ses eaux, la nature de la terre de surface laissant à désirer à cet égard.

Détermination du profil minimum des barrages. — Dans la *Zeitschrift des Oesterreichischen Ingenieur-Vereines*, du 16 septembre, M. P. KRESNIK détermine par le calcul les dimensions du profil transversal minimum d'un barrage-réservoir de 60 mètres de hauteur, avec pression maximum de 8 kilogr. par centimètre carré, ainsi que les courbes de pressions, quand le réservoir est plein ou vide. Un tableau numérique résume les résultats du calcul.

Ouvrages récemment parus.

Les Aciers spéciaux (Aciers au nickel, aciers au manganèse, aciers au silicium), par LÉON GUILLET, docteur ès sciences, Ingénieur des Arts et Manufactures, avec préface de Henry LE CHATELIER, Ingénieur en chef des Mines, professeur à l'École nationale des Mines et au Collège de France. — Un volume in-4° de 100 pages, avec nombreuses figures. — V^e Dunod, éditeur, Paris, 1904. — Prix : 10 francs.

Notre collaborateur, M. Léon Guillet, vient de réunir en volume, trois de ses importantes études sur les aciers spéciaux; on n'a pas oublié les nombreux articles qu'il a publiés⁽¹⁾ dans le *Génie Civil* sur ce sujet, et aussi, plus récemment, sur les aciers au chrome, au tungstène et au molybdène⁽²⁾.

Comme le fait si justement remarquer M. Le Chatelier dans la préface, le lecteur ne doit pas chercher dans cet ouvrage des compositions d'aciers donnant au fabricant des résultats extraordinaires en le dispensant de tout effort individuel. Il ne faut pas non plus y chercher de nouvelles orientations scientifiques. L'objet du livre, plus terre à terre, et non moins utile, consiste à préciser les notions originales introduites dans la science métallurgique pendant ces dernières années et à en préparer les applications pratiques.

Après la période des découvertes, où M. Osmond notamment a ouvert de nouveaux horizons en introduisant les notions de structure cellulaire des métaux, de transformations allotropiques du fer, etc., est venue la période d'exploration méthodique du champ offert aux recherches nouvelles. C'est la tâche difficile et ingrate que s'est assignée M. Guillet, en s'astreignant à étudier l'influence de l'addition d'un élément étranger à l'acier au carbone et à ne faire varier qu'un des facteurs du problème à la fois.

En général, il est ressorti de ces expériences une corrélation nette entre la composition chimique, les propriétés mécaniques et la structure micrographique des aciers.

Enroulements d'induits à courant continu, par E.-J. BRUNSWICK et ALIAMET, Ingénieurs-électriciens (*Encyclopédie scientifique des Aide-Mémoire*). — Un volume petit in-8°, de 181 pages, avec 61 figures. — Gauthier-Villars, éditeur, Paris, 1904. — Prix : broché, 2 fr. 50; cartonné, 3 francs.

Les enroulements des dynamos à courant continu sont d'une étude un peu aride. On y fait, en outre, usage d'une terminologie particulière, il en résulte que les principes de leur théorie n'apparaissent pas toujours facilement dans les ouvrages d'ensemble.

Ce volume en raison de la façon dont il présente cette étude peut être considéré comme une introduction aux grands traités spéciaux sur la construction des dynamos.

Il est divisé en six chapitres. Les deux premiers rappellent les notions préliminaires et les généralités concernant les enroulements. Le troisième est relatif à la classification des enroulements, tandis que les formules symboliques sont établies dans le quatrième. Enfin, les deux derniers chapitres traitent de l'établissement des schémas et des propriétés des divers genres d'enroulements. L'étude des schémas réduits et celle des connexions équipotentiels ont été faites de manière à présenter ces questions avec les détails qu'exige leur importance.

Airomètre, ou procédé graphique pour évaluer les surfaces de déblai et de remblai des profils en travers, par E. DUMETZ, Conducteur des Ponts et Chaussées. — Une brochure in-8° de 16 pages, avec 5 figures. — Béranger, éditeur, Paris, 1904. — Prix : 2 fr. 50.

M. Dumetz expose et justifie dans cette brochure un procédé graphique, basé sur les propriétés de l'hyperbole, pour l'évaluation rapide des surfaces de déblai et de remblai dans les profils en travers.

Un abaque, établi suivant les données de ce tracé géométrique, et superposé aux profils en travers qu'il s'agit d'évaluer, donne par une lecture immédiate la surface cherchée, avec une approximation suffisante.

(1) Voir le *Génie Civil*, t. XLIII, n° 4, 2, 3 et 9, p. 8, 23, 40 et 134; t. XLIII, n° 17 et 18, p. 261 et 280.

(2) Voir le *Génie Civil*, t. XLIV, n° 18 et 19, p. 281 et 298; t. XLV, n° 4, p. 7, et n° 2, p. 27; n° 13, p. 212.

Le Gérant : H. AVOIRON.

IMPRIMERIE CHAIX, RUE BERGÈRE, 20, PARIS.

(1) Voir le *Génie Civil*, t. XLV, n° 9, p. 155.

LE GÉNIE CIVIL

REVUE GÉNÉRALE HEBDOMADAIRE DES INDUSTRIES FRANÇAISES ET ÉTRANGÈRES

Prix de l'abonnement par an. — Paris : 36 francs; — Départements : 38 francs; — Étranger et Colonies : 45 francs. — Le numéro : 1 franc.

Administration et Rédaction : 6, rue de la Chaussée-d'Antin, Paris.

SOMMAIRE. — **Tramways** : Tramway électrique avec mécanisme d'adhérence à roues horizontales et rail central, en service à La Bourboule (Puy-de-Dôme) (*planche XXVI*), p. 401; A. DUMAS. — **Mécanique** : La force motrice à l'Exposition de Saint-Louis. Installation des machines motrices, p. 403; L. PIAUD. — **Mines** : Les nouveaux évite-molettes à l'Exposition d'Arras, p. 406; H. SCHMERBER. — **Électricité** : Usine de la General Electric Company, à Schenectady (États-Unis), p. 409. — **Législation** : Le couchage du personnel dans les établissements industriels et commerciaux, p. 410; Louis RACHOU. — **Variétés** : Traitement par distillation du précipité des

cuves de cyanuration, p. 411; — Appareil universel de mesures géodésiques, p. 411; — Peson ensacheur, système Dabra, p. 412; — Une photographie de dimensions exceptionnelles, p. 412.

SOCIÉTÉS SAVANTES ET INDUSTRIELLES : Société des Ingénieurs civils (7 octobre 1904), p. 414; — Académie des Sciences (10 octobre 1904), p. 414. — BIBLIOGRAPHIE : Ouvrages récemment parus, p. 415. — INFORMATIONS : L'état actuel des travaux du tunnel du Simplon, p. 416; — Congrès international des Mines, de la Métallurgie, de la Mécanique et de la Géologie appliquées, à Liège, du 26 juin au 1^{er} juillet 1905, p. 416.

Planche XXVI : Tramway électrique, avec mécanisme d'adhérence, de La Bourboule.

Supplément : REVUE DES PRINCIPALES PUBLICATIONS TECHNIQUES, p. 417.

TRAMWAYS

TRAMWAY ÉLECTRIQUE AVEC MÉCANISME D'ADHÉRENCE à roues horizontales et rail central en service à La Bourboule (Puy-de-Dôme).

(*Planche XXVI*.)

Depuis le 1^{er} août dernier, un tramway électrique relie le casino

à la gare; il rachète une différence de niveau de 27 mètres, avec des rampes qui atteignent, en certains endroits, 92 et 120 millimètres, et il comporte une voiture d'un type tout à fait nouveau qui mérite de fixer l'attention. Cette voiture est, en effet, munie d'un mécanisme spécial d'adhérence et de traction, qui lui permet de gravir les fortes rampes sans crémaillère et même en trainant une remorque, comme le montre la figure 1 ci-dessous.

Comme on le sait, dès que la rampe dépasse une certaine limite, c'est-à-dire augmente dans une trop grande mesure l'effort de traction à exercer par la machine motrice, la simple adhérence devient insuffi-



FIG. 1. — TRAMWAY ÉLECTRIQUE AVEC MÉCANISME D'ADHÉRENCE DE LA BOURBOULE : Vue prise sur la rampe de 120 millimètres.

des Thermes de La Bourboule au pied du funiculaire récemment décrit dans le *Génie Civil* (1). Ce tramway, construit de même que le funiculaire pour le compte de M. Claret, n'a qu'un parcours de 470 mè-

sante pour fournir un appui aux roues motrices et alors celles-ci glissent ou, autrement dit, *patinent* sur les rails. Dans chaque cas, cette adhérence, qui n'est autre chose que le frottement de glissement développé au contact des rails, varie avec l'état de ces derniers, et sa valeur, qui peut atteindre $\frac{1}{4}$ quand les rails sont très secs, peut des-

(1) Voir le *Génie Civil*, t. XLV, n° 20, p. 324.

cendre à moins de $\frac{1}{10}$ quand ils sont humides et gras. Il existe, il est vrai, certains moyens artificiels pour accroître l'adhérence, notamment l'emploi du sable versé de la machine sur le rail en avant des roues motrices, mais on n'en fait usage que dans des cas exceptionnels, par exemple dans les souterrains ou pendant les démarrages, car le sable a l'inconvénient d'user les rails et surtout les bandages des roues.

Il en résulte que la puissance utile des locomotives ou voitures motrices est limitée par cette question d'adhérence dès que la rampe sur laquelle elles doivent circuler atteint une certaine inclinaison.

Au début des chemins de fer, beaucoup d'Ingénieurs croyaient même que l'adhérence sur des rails lisses était insuffisante pour fournir un point d'appui au moteur, même en palier, et certains d'entre eux avaient cherché la solution dans l'emploi de rails à engrenages et de machines légères. Il fallut les essais retentissants de la *Fusée* de Stephenson pour faire abandonner cette idée et montrer qu'une machine lourde peut remorquer un train sur rails lisses, à condition toutefois que la rampe ne soit pas trop forte.

C'est seulement très longtemps plus tard qu'on est revenu à l'idée d'employer des tracteurs à engrenages prenant appui sur des crémaillères, et cela dans des cas tout à fait spéciaux où il s'agissait d'aborder des rampes exceptionnelles. La première application de ce système, au moins en Europe, est celle faite par M. Riggensbach au chemin de fer de Witznau-Righi, en 1870, où les rampes atteignent 250 millimètres. On sait du reste que, depuis cette époque, de nombreux chemins de fer similaires ont été créés: le *Génie Civil* a donné récemment les caractéristiques de plusieurs d'entre eux à propos du tramway à crémaillère projeté pour graver le Mont-Blanc (1).

Avant la mise en pratique de la crémaillère par M. Riggenbach, un ingénieur anglais du nom de Fell avait construit, en 1862, une locomotive spéciale pour graver les fortes rampes. Dans ce système, au lieu d'une crémaillère, il y avait un rail central à double champignon posé à plat entre deux paires de roues dont les axes étaient perpendiculaires au plan de la voie et qui étaient fortement serrées contre ce rail par des ressorts. Ces roues, prenant ainsi appui sur le rail central au moyen de l'adhérence déterminée par la pression des ressorts, permettaient d'accroître dans des proportions considérables l'effort de traction dont était capable la machine (2).

Des essais furent faits en Angleterre, en 1864, avec une locomotive de ce système, sur une voie comportant des rampes de 83 et de 100 millimètres. Cette invention fut même mise en pratique sur une ligne toute spéciale pour laquelle cette locomotive avait été étudiée et expérimentée; il s'agissait d'une ligne provisoire, sur route, à exploiter pendant l'exécution du tunnel du Mont-Cenis, pour hâter la jonction des chemins de fer français et italiens. Cette ligne fut effectivement construite sur 2 kilom. de longueur dans la partie de la route ayant une rampe d'environ 80 millimètres. Des essais intéressants et pratiques y furent faits, mais au bout de quelques mois ils furent abandonnés par suite des mauvaises affaires de la Compagnie qui les avait entrepris.

La création de la crémaillère Riggensbach a sans doute été une des causes pour laquelle l'idée de Fell a été abandonnée. Ce n'est qu'il y a trois ans que M. Hanscotte, Ingénieur à la Compagnie de Fives-Lille, s'est avisé de la reprendre et, en lui donnant une forme appropriée aux progrès réalisés en matière de traction; il a pu l'appliquer à la création d'un mécanisme susceptible d'entrer dans la pratique.

Le mécanisme d'adhérence imaginé par cet Ingénieur et appliqué par la Compagnie de Fives-Lille au tramway électrique de La Bourboule dérive, en effet, directement du système Fell, mais, d'après les principes mêmes suivant lesquels il a été étudié, il paraît être exempt des défauts qui ont fait abandonner ce dernier.

La voiture sur laquelle il est employé est absolument semblable aux voitures de tramways électriques ordinaires; il pourrait même être ajouté sans grandes modifications à des voitures non construites en vue de cette application.

La voie sur laquelle circule cette voiture comporte successivement des rampes de 27, 40, 90 et 120 millim., avec courbe de 30 mètres de rayon raccordant celles de 40 et de 90 millim., mais ce n'est que sur les deux plus fortes rampes que le système à roues horizontales est appelé à fonctionner. Sur les deux premières, la voiture se meut par le seul effet de ses roues verticales et le rail central n'existe que sur les sections à très forte inclinaison. A l'entrée de ces sections ce rail est simplement aminci, on sifflet, pour pénétrer plus facilement entre les roues horizontales, de sorte qu'il n'y a aucune complication pour passer d'une section à l'autre. On sait, au contraire, que l'entrée en prise des machines motrices avec la crémaillère sur les chemins de fer comportant des sections à simple adhérence et d'autres munies de cet appareil, nécessite des dispositifs mécaniques assez délicats.

DESCRIPTION DU MÉCANISME DE TRACTION A ROUES HORIZONTALES. — Les roues de traction horizontales *b* (fig. 4 à 6, pl. XXVI) sont montées sur

des arbres *a* (fig. 4, pl. XXVI) tournant dans des paliers *c* et *d* fixés dans les supports *e*, qui peuvent coulisser seulement dans le sens transversal à la voie entre les guides *f* fixés au truck de la voiture. Ces roues sont à noyau plein formant cuvette, de même que la jante, de façon à recueillir l'huile de graissage des paliers et l'empêcher de se répandre sur le rail.

La pression des roues horizontales sur le rail est produite par un cylindre à air comprimé g (fig. 4, pl. XXVI), fixé sur le truck et communiquant avec un réservoir alimenté par le petit compresseur qui fournit l'air aux appareils de frein ordinaire. Ce cylindre agit sur les supports e par l'intermédiaire de deux leviers h et de deux autres leviers i (fig. 3 et 4, pl. XXVI), articulés sur les oreilles j (fig. 1 et 5) de ces supports placées dans le plan des roues horizontales.

Les leviers h sont attelés au moyen d'un balancier à la tige oscillante du cylindre à air. Les extrémités supérieures des leviers i , articulées directement sur ce cylindre, forment les points fixes de ce système de quatre leviers dont l'accouplement est effectué par les deux bielles de traction k qu'ils supportent.

Un robinet, placé à la portée du wattman, lui permet de faire varier à volonté la pression dans le cylindre d'adhérence q .

Les roues horizontales sont commandées par l'intermédiaire de deux trains d'engrenages coniques, par un moteur électrique l (fig. 1 et 3, pl. XXV) fixé au truck de la voiture. La roue dentée m (fig. 3 et 4, pl. XXVI), tournant folle sur l'arbre n , fixé au truck, entraîne, par l'intermédiaire des galets o , les deux pignons p qui donnent le mouvement aux deux roues dentées q , clavetées sur les arbres a des roues horizontales.

Les pignons p , tournant sous sur l'arbre n , sont maintenus à distance constante de leurs roues dentées q au moyen des colliers s fixés aux supports e .

Fonctionnement. — Lorsque la voie est droite et que le rail central a une épaisseur uniforme tout en étant placé rigoureusement au milieu de la distance qui sépare les deux autres rails, le mécanisme de traction à roues horizontales fonctionne sans se déplacer dans le sens transversal à la voie. Si ces conditions ne sont pas réalisées, notamment au passage dans les courbes, les pignons p se déplacent transversalement à la voie sur l'arbre n , mais ce déplacement se produisant pendant la rotation de ces pignons, chacun de leurs points de contact avec l'arbre n décrit une hélice, de sorte que le frottement dû à ce déplacement est presque nul. Les frottements produits par les galets o roulant sur les pignons p et par les supports e roulant sur les guides f sont également très faibles.

Ces dispositions ont été étudiées en vue :

4° D'avoir une pression constante des roues horizontales contre le rail central, quelle que soit l'usure de ces roues et du rail;

2^o De pouvoir facilement faire varier cette pression, suivant l'état du rail et l'importance des déclivités de la voie et de la charge à remorquer;

3° De maintenir automatiquement parallèles les arbres des roues horizontales;

4° Enfin, d'obtenir que ces roues se déplacent transversalement à la voie sans cesser d'être motrices et en n'opposant qu'une très faible résistance au mouvement de la voiture, c'est-à-dire que, cette dernière étant guidée par les boudins des roues verticales, le mécanisme des roues horizontales suit librement toutes les courbures et irrégularités du rail central sans tendre à le renverser et bien qu'il le comprime très fortement pour produire l'adhérence cherchée.

Freinage des roues horizontales. — Les roues horizontales sont munies d'un frein à air comprimé comprenant, comme pièces spéciales à ces roues, deux sabots *t* (fig. 5 et 6, pl. XXVI), commandés par le cylindre *u* par l'intermédiaire des deux leviers à trois branches *v* accouplés par les bielles *w* supportant ces leviers ainsi que les sabots *t*.

Les autres organes nécessaires au freinage tels que compresseur, réservoir, distributeur, sont communs aux roues horizontales et aux roues verticales. Le cylindre *u* est d'ailleurs semblable à celui qui commande le freinage des roues verticales.

Le freinage simultané des roues horizontales et verticales est obtenu par la manœuvre d'un seul robinet semblable à ceux en usage dans les tramways ordinaires.

Même pendant le freinage, les roues horizontales ne tendent nullement à renverser le rail central qui se trouve également pressé des deux côtés et ce dispositif de freinage constitue un puissant appareil de sécurité supplémentaire pendant la descente.

D'intéressants essais ont été effectués, avec cette voiture, du 12 au 18 septembre. Ils ont permis de constater que les roues horizontales se déplacent très librement dans le sens transversal de la voie et que leur pression contre ce rail, variable par la simple manœuvre d'un robinet à air comprimé, reste constante une fois réglée. Ces roues prennent et quittent le rail central sans choc lorsque la voiture passe de la rampe de 40 millimètres à celle de 90 millimètres et lorsqu'elle sort de la rampe de 120 millimètres pour entrer en palier.

On a constaté également que la voiture, qui comporte 47 places et

1. *Verfahren zur Gewinnberechnung*, 1. Aufl., 1988, p. 289.

2. Avant tout, deux inventeurs avaient pris des brevets pour des chemins de fer à rail central, mais aucun d'eux ne paraît avoir été exécuté. Nous citerons notamment MM. FROSTON, VIGOR, DELAUNAY-SERRES, ACHILLE DE JOUFFROY.

TRAMWAY ELECTRIQUE AVEC MEC

Fig. 1. Coupe longitudinale

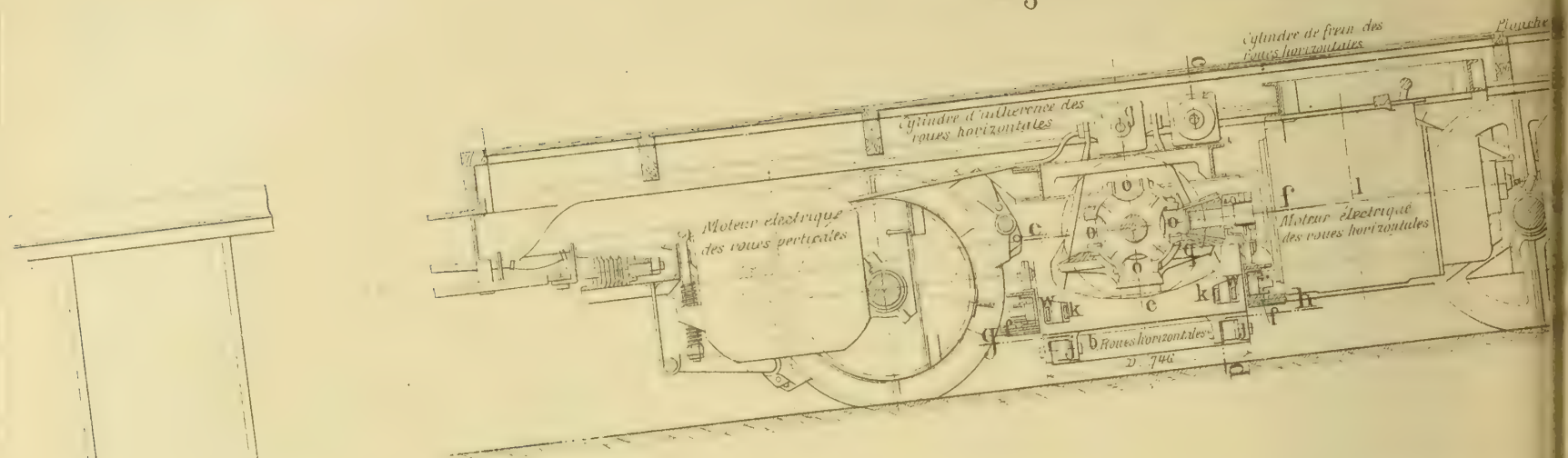


Fig. 2. DÉFORMATION (la enluse en bois étant enlevée).

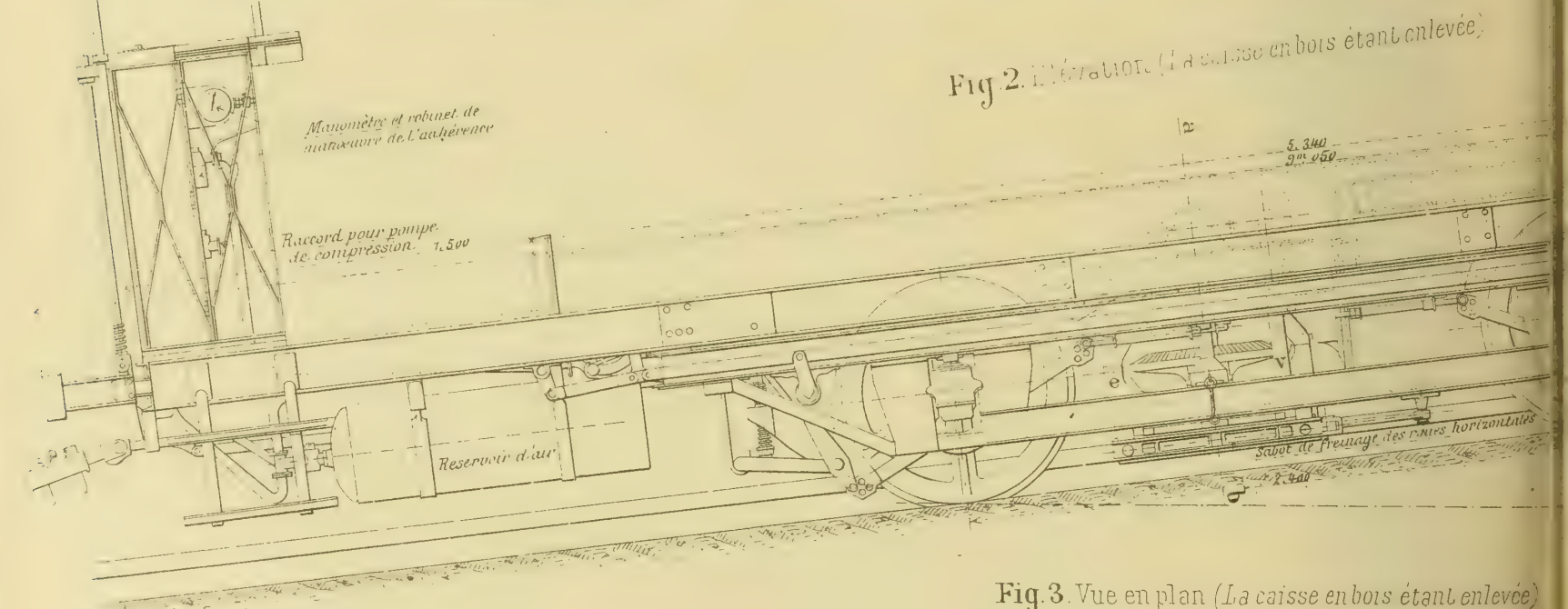
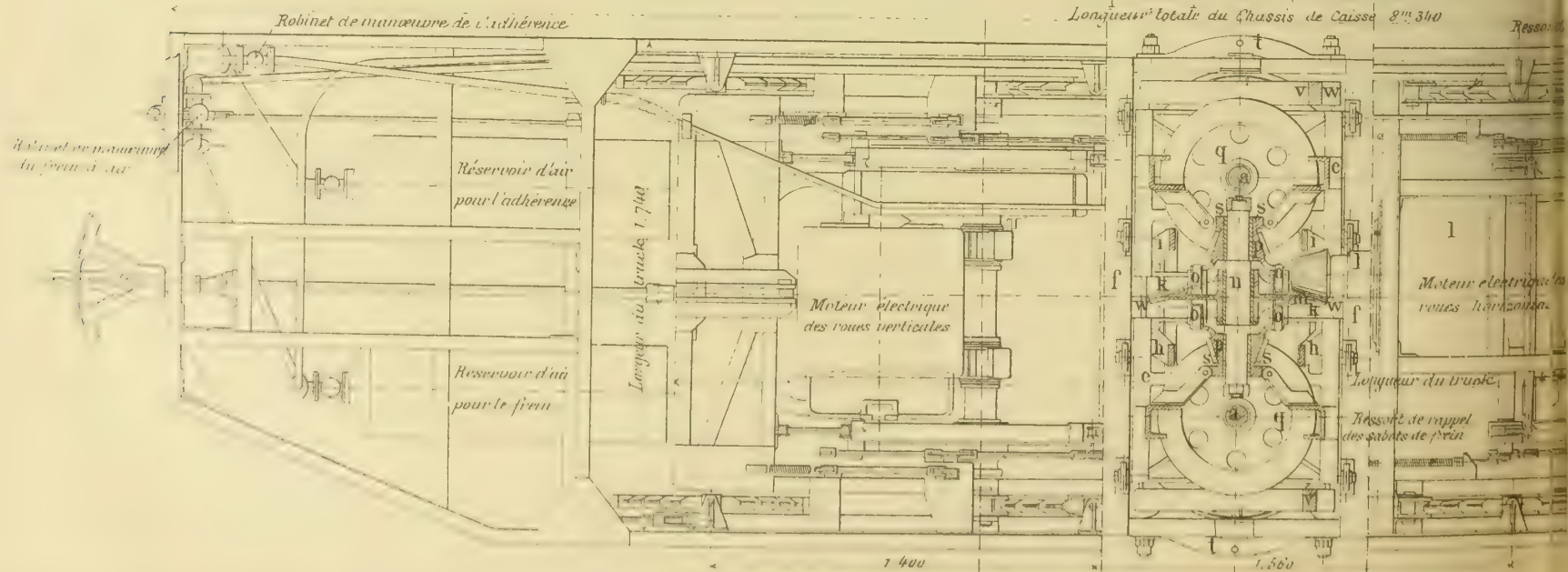


Fig. 3. Vue en plan (La caisse en bois étant enlevée)

Coupe horizontale suivant **ef**

Longueur totale du Chassis de Caisse 8^m 340



ME D'ADHÉRENCE, DE LA BOURBOULE

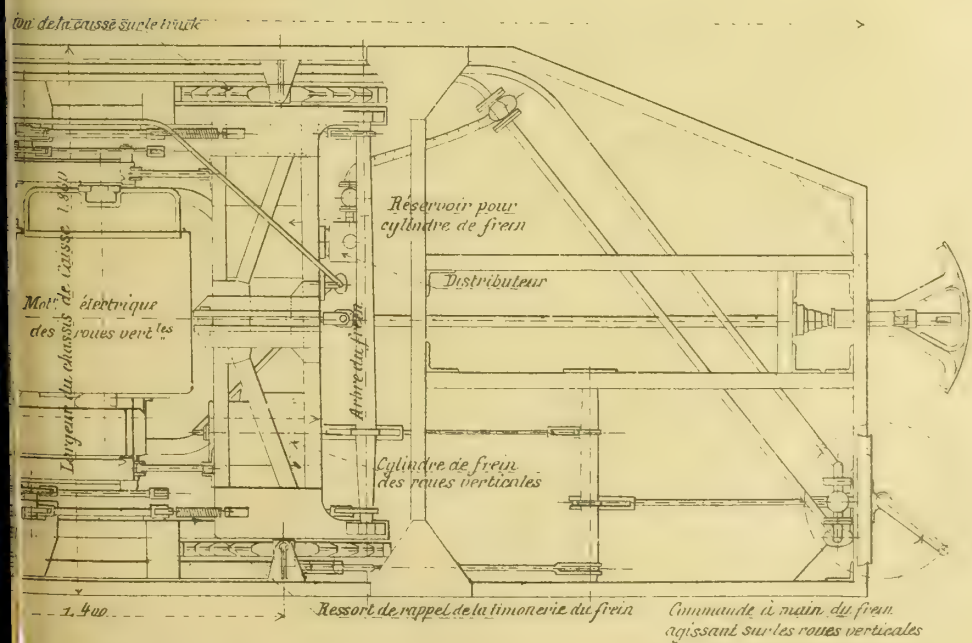
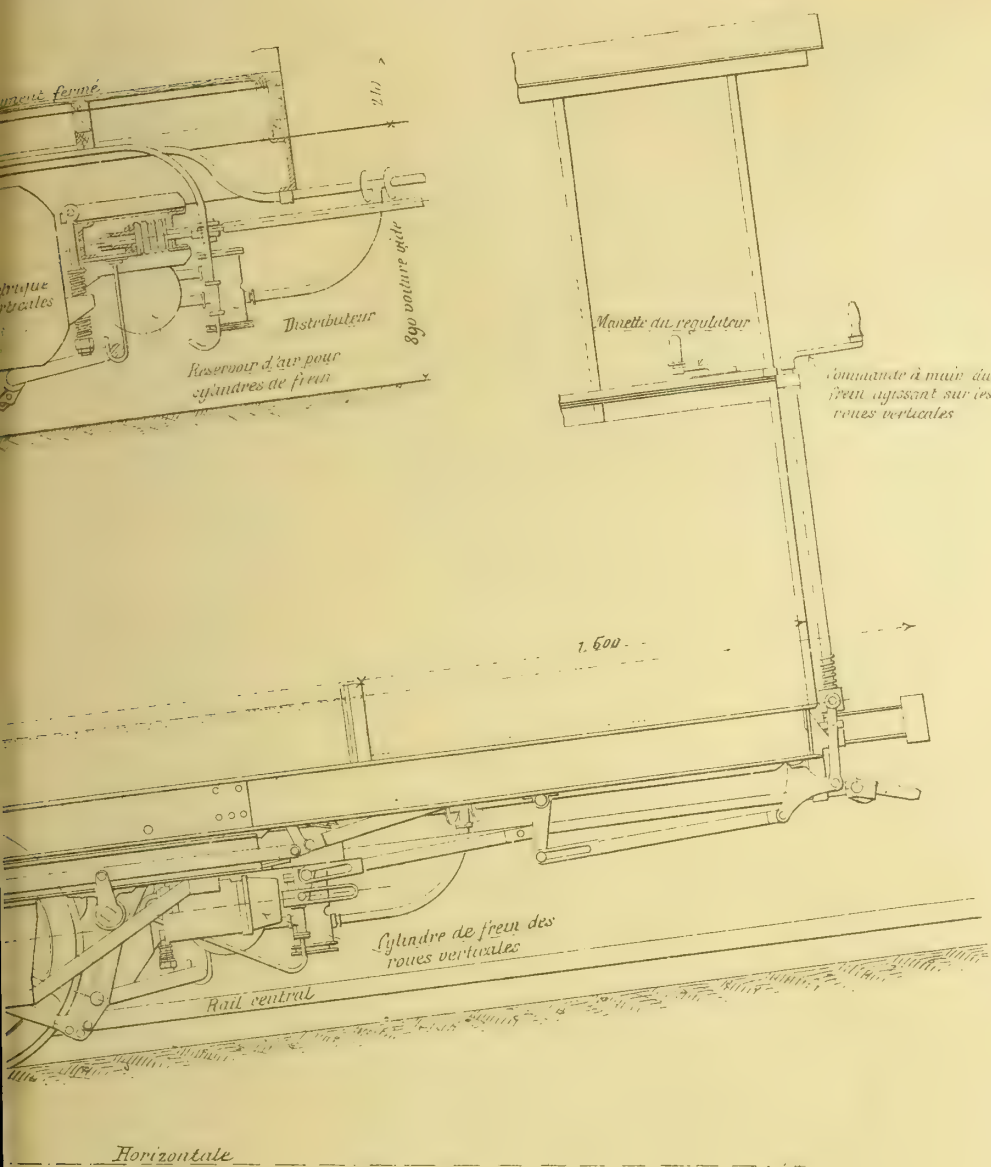


Fig. 4. Coupe suivant ab

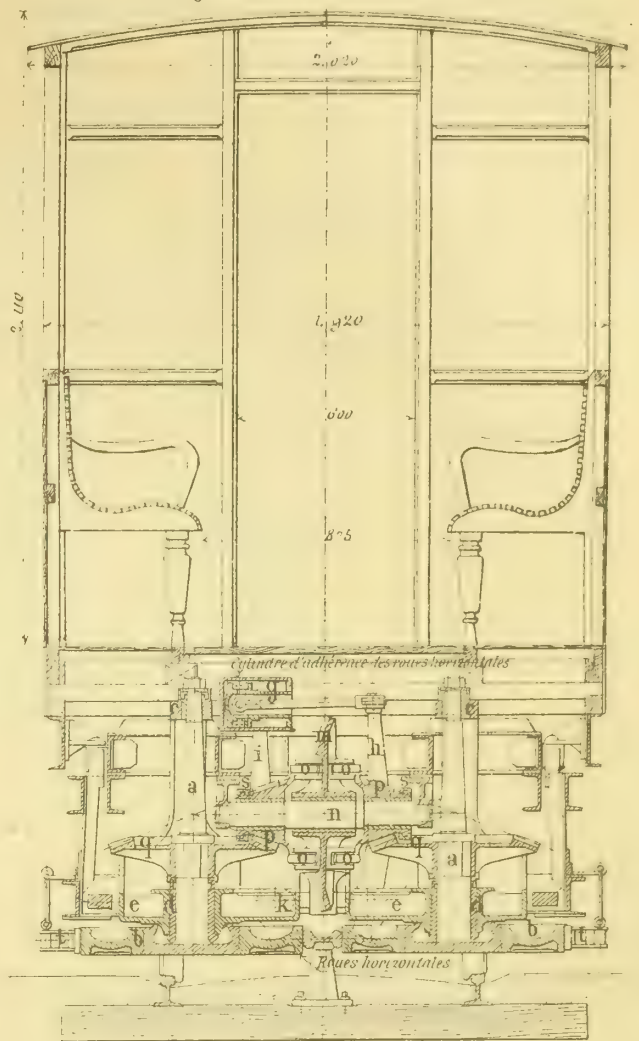


Fig. 5. Coupe suivant cd

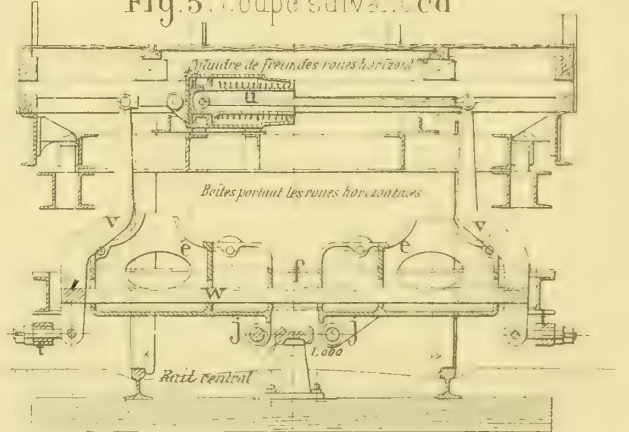
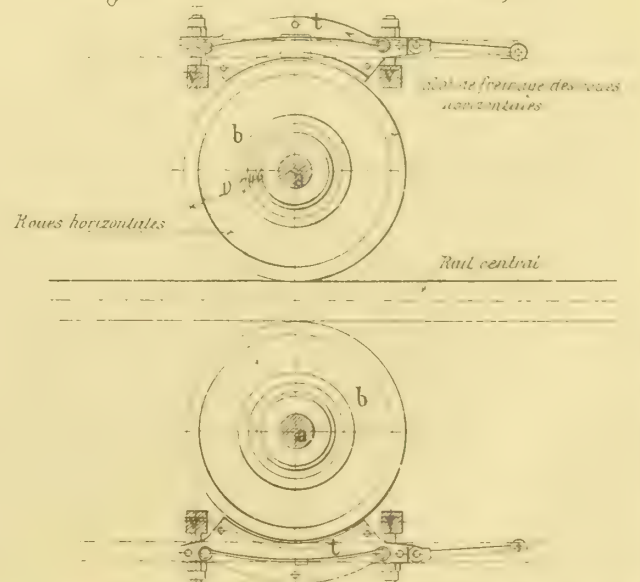


Fig. 6. Coupe horizontale suivant gh



pèse en charge 14 800 kilogr., pouvait, avec cette charge, gravir la rampe de 120 millimètres en étant actionnée seulement par les roues horizontales, les moteurs des roues verticales ne recevant pas de courant. En mettant en action les deux systèmes de roues, la voiture en charge a pu trainer, sur la rampe de 120 millimètres, une remorque pesant 9 000 kilogr., avec une vitesse de 1^m 75 par seconde, sous l'action d'un courant de 160 volts. Avec le courant à 220 volts, prévu dans le projet, mais qui n'a pu être fourni par la station électrique de La Bourboule au moment des essais, la vitesse aurait été de 2^m 40.

Une autre constatation intéressante consiste en ce que la voiture chargée a pu gravir la rampe de 120 millimètres avec une remorque de 6 000 kilogr., pendant que les trois rails étaient graissés avec de l'huile de machines.

Enfin il y a lieu de noter que, bien que le rail central ne soit fixé, avec des fers plats et des tirefonds, que sur la moitié des traverses de la voie, il n'a subi aucun ébranlement ni aucune déformation.

Bien que les essais dont il s'agit n'aient été réalisés que sur une petite échelle, ils montrent cependant que ce système, facilement applicable aussi aux locomotives, présente de sérieux avantages sur la traction par crémaillère. En admettant que le matériel roulant

coûte le même prix et ait le même rendement dans les deux cas, il est hors de doute que la voie à rail central coûterait beaucoup moins cher d'établissement et d'entretien que la voie à crémaillère et permettrait des vitesses plus élevées qu'avec cette dernière.

Il est à peine besoin de faire remarquer l'intérêt que présenterait un système de traction permettant d'aborder pratiquement des rampes de 100 millimètres et au delà. L'adoption de pareilles rampes permettrait de réaliser de très grosses économies sur les frais d'établissement des voies et rendrait possibles des chemins de fer ou tramways qui n'ont pu être entrepris jusqu'ici. Evidemment, les frais de traction sur de pareilles voies, si elles étaient très accidentées, risqueraient, par contre, d'être élevés, mais si l'on remarque que l'utilité de ces voies, se manifeste surtout dans les pays montagneux, où les chutes d'eau peuvent fournir l'énergie électrique à bon

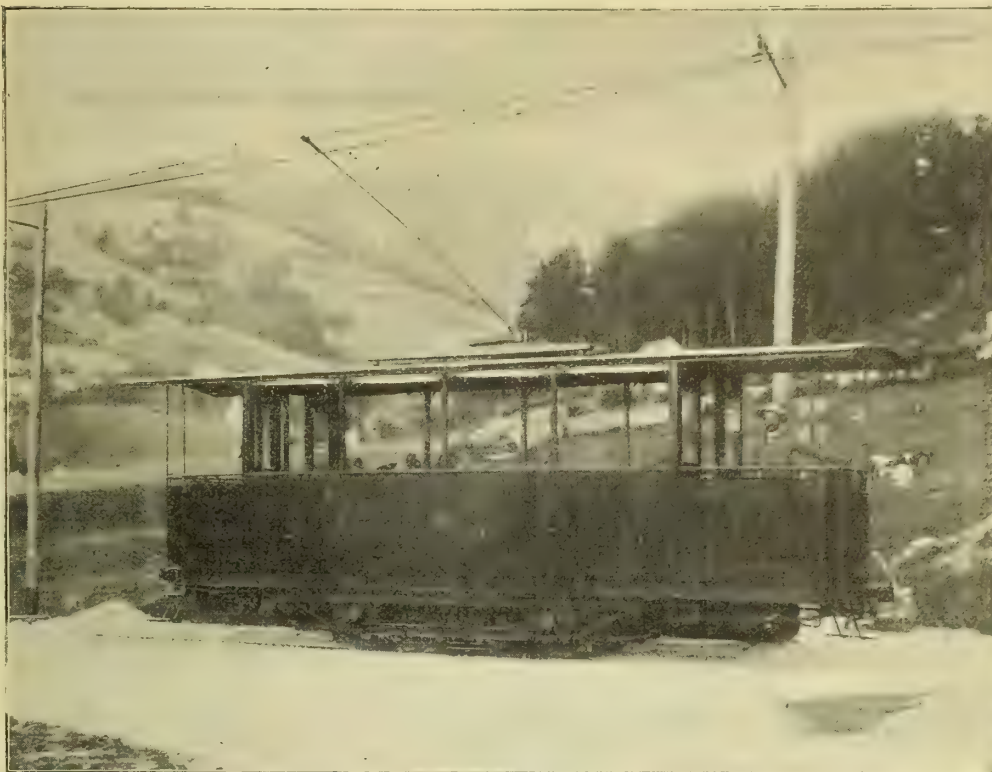


FIG. 2. — Vue du tramway électrique sur une partie de la voie à faible pente.

marché, cette question du plus ou moins de force motrice absorbée perd beaucoup de son importance. Dans un grand nombre de cas, on aura intérêt à construire des voies très économiques, même en imposant à l'exploitation des frais de traction élevés.

A. DUMAS,

Ingénieur des Arts et Manufactures.

MÉCANIQUE

LA FORCE MOTRICE A L'EXPOSITION DE SAINT-LOUIS

Installation des machines motrices.

Dans le rapide examen que nous avons fait de l'installation des chaudières à l'Exposition de Saint-Louis (1) nous avons indiqué que les machines motrices se répartissaient en deux groupes distincts : le premier, le « Service power plant », qui appartient en propre à l'Exposition, est constitué par seize chaudières Babcock et Wilcox et quatre machines Westinghouse de chacune 2 000 kilowatts ; le deuxième groupe, l'« Exhibitors power plant », est composé de moteurs, génératrices, chaudières et machines, exposés par différentes maisons, qui sont groupés de façon à former des unités distinctes et complètes ayant en général à fournir l'énergie pour un service déterminé.

Ainsi, on remarque dans ce groupe un compresseur d'air et plusieurs machines fournissant l'énergie nécessaire au service du chemin de fer circulaire desservant les différentes parties de l'exposition.

Nous nous proposons, dans ce qui va suivre, de donner d'abord une idée d'ensemble de toutes les machines motrices, puis une étude plus détaillée de celles qui nous paraissent présenter le plus d'intérêt ; nous commencerons naturellement par le groupe le plus important, celui de Westinghouse.

Emplacement. — A l'exception de quelques installations particulières disséminées sur tout le territoire de l'exposition, les machines motrices sont réunies dans un seul local : l'aile ouest du Palais des Machines, lequel affecte en plan la forme d'un L (fig. 1). Les machines motrices sont au nombre de trente ; leur puissance totale dépasse 35 000 chevaux.

Les machines du Service plant occupent à elles seules l'emplacement indiqué par le chiffre 48 sur le plan ; celles de l'Exhibitors plant occupent les emplacements 33, 36, 42, 44 et toute la partie située au nord du Service plant.

Le plan (fig. 1) et le tableau ci-joint indiquent la nature, le mode d'utilisation, la puissance et l'emplacement des différentes unités. De leur examen on peut retenir les faits généraux suivants : parmi les

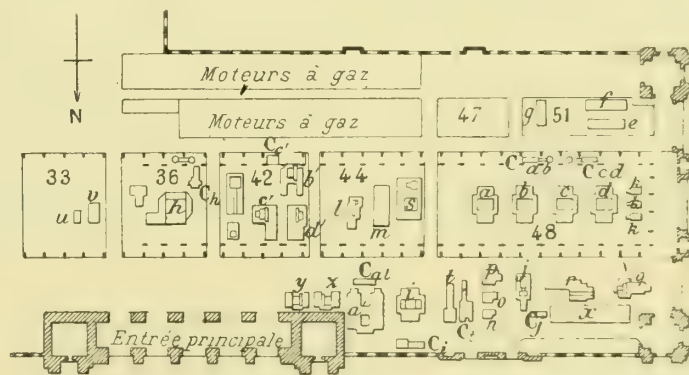


FIG. 1. — Plan d'ensemble du Palais des Machines.

a, b, c, d, machines Westinghouse (*k*, excitatrices) ; — *e*, turbines Parsons ; — *f*, moteur à gaz horizontal ; — *g*, moteur à gaz vertical ; — *h*, machine Allis-Chalmers ; — *i*, machine Hooven, Owens, Reuschler Co ; — *j*, machines Bradley Co ; — *l*, machine Greenwald ; — *m*, service de la lubrification ; — *n*, machine American Engine Co ; — *o*, machine Skinner Engine Co ; — *p*, machine Buffalo Forge Co ; — *q*, machine Belleville ; — *r*, machine Société Alsacienne de Constructions mécaniques ; — *s*, machine General Electric Co ; — *t*, machine Hooven, Owens, Reuschler Co ; — *u, v*, compresseurs Laidlaw, Dunn, Gordon Co ; — *y, z*, machines Brown-Corliss Engine Co ; — *x*, transformateurs ; — *a'*, machine Buckeye Engine Co ; — *b'*, machine Lane and Bodley Co ; — *c'*, machine Murray Iron Works Co ; — *d'*, machine Harrison Laundry and Machine Works ; — *Cab, Ccd, Ch, Cj*, etc., condenseurs des machines *a, b, c, d, h, j*, etc.

seize plus puissantes machines, dix sont du type Corliss, dont sept verticales, deux horizontales et une d'un type mixte, à la fois horizontale et verticale (Allis-Chalmers) ; c'est cette dernière qui possède de toutes les unités la puissance la plus élevée, 5 000 chevaux. Il n'y a

(1) Voir le *Génie Civil*, t. XLV, n° 48, p. 297.

NUMÉRO D'ORDRE	MACHINES MOTRICES							GÉNÉRATRICES D'ÉLECTRICITÉ				
	CONSTRUCTEUR	TYPE	DIMENSIONS EN POUCES (1)			VITESSE en tours par minute	PUISSANCE en chevaux-vapeur	CONDENSATION	CONSTRUCTEUR	TYPE	VOLTAGE	PUISSANCE EN KILOWATTS
			diamètre		course							
			B. P.	H. P.								
1-4	Westinghouse Machine Co (Pittsburg)	4 Corliss cross compound verticales, de chacune 3 200 chevaux-vapeur	76	38	54	83	12 800	2 condenseurs Arlberger avec réfrigérants et pompes centrifuges dans la salle des chaudières	Westinghouse Electric Co (Pittsburg)	2 à cour. alternatif	6 600	4 000
5-7	Westinghouse Machine Co (Pittsburg)	3 compound verticales, de chac. 420 chevaux-vapeur	20	12	12	"	360	"	General Electric Co (Schenectady)	2 à cour. alternatif	6 000	4 000
8	Allis-Chalmers Co (Chicago)	Corliss cross-compound horizontale et verticale	94	44	60	75	5 000	Condenseur Arlberger avec moteur spécial pour la pompe à air et la pompe à eau froide	Westinghouse Electric Co (Pittsburg)	3 à cour. continu	425	240
9	Hooven, Owens, Reutschler Co (Hamilton) (2)	Corliss cross-compound verticale	68	34	54	83	2 250	Condenseur à surface de la Stillwell Bier Co	Bullock Electric Co (Cincinnati)	Courant alternatif	6 600	3 500
10	C. H. Bradley Jr and Co (Pittsburg) (3)	Willans triple expansion verticale	32	13	13	277	1 000	Condenseur à surface Worthington, avec moteur de 25 ch. pour la pompe de circulation	National Electric Co (Milwaukee)	Courant alternatif	2 300	600
11	C. H. Bradley Jr and Co (Pittsburg)	Willans compound verticale	12	8,5	6	470	50	"	Stanley Electric Co (Pittsfield)	Courant alternatif	440	30
12	I. and E. Greenwald (Cincinnati)	Cross-compound horizontale 4 tiroirs	36	18	12	100	600	Condenseur à surface, type marine, de la Wheeler Condenser Co	Northern Electric Co (Madison)	Courant continu	250	400
13	A. L. Ide and Sons (Springfield)	Compound tandem horizontale	26	13	18	"	360	"	Fl. Wayne Electric Co (Fl. Wayne)	Courant continu	250	200
14	American Engine Co (Bound Brook) (4)	Compound duplex horizontale	22	14	16	230	2 0	Sans condenseur	Bullock Electric Co (Cincinnati)	Courant continu	125	125
15	Skinner Engine Co (Erie) (5)	Horizontale simple	"	18	18	"	260	Sans condensation	American Engine Co (Bound Brook)	"	2 500	150
16	Buffalo Forge Co (Buffalo) (6)	Compound tandem horizontale	22	13	14	225	175	Sans condensation	Warren Electric Co (Sandusky)	"	2 400	132
17	Société Delaunay-Belleville (Saint-Denis, France) (7)	Quadruple expansion	680	300	250	335	1 500	Condenseur à surface spécial	Stanley Electric Co (Pittsfield)	Courant alternatif	2 300	1 000
18	Soc. Alsacienne de Const. mécaniques (Belfort) (8)	Compound tandem horizontale	44	24	52	94	1 000	Condenseur à surface, avec moteur pour la pompe de circulation	Soc. l'Éclairage électrique (Paris)	Courant alternatif	2 400	700
19	General Electric Co (Schenectady)	Turbine Curtis à arbre vertical	"	"	"	750	3 000	"	Société Alsacienne (Belfort)	Courant alternatif	6 600	2 000
20	Hooven, Owens, Reutschler Co (Hamilton)	Turbine Hamilton-Holzwarth-Rateau à arbre horizontal	"	"	"	1500	1 500	"	General Electric	Courant alternatif	6 600	1 000
21	Weber Gas and Gasoline Engine Co (Kansas-City)	Verticale avec gazogène	"	"	"	"	125	"	Bullock Electric Co (Cincinnati)	Courant alternatif	6 600	1 000
22-23	Laidlaw, Dunn, Gordon Co (Cincinnati) (9)	2 compresseurs d'air horizontaux	"	"	"	"	"	"	"	Courant continu	"	75
24-25	Brown-Corliss Engine Co (Corliss) (10)	2 Corliss cross-compound verticales, de chac. 750 ch.-v.	36	18	36	133	1 500	Condenseur à surface, de la Wheeler Condenser Co	"	"	"	"
26	Buckeye Engine Co (Salem)	Cross-compound horizontale	50	26,5	40	100	1 400	Condenseur à surface, de la Wheeler Condenser Co	"	"	"	1 000
27	Lane and Bodley Co (Cincinnati)	Corliss cross-compound horizontale	40	20	54	85	900	Condenseur à surface Arlberger	"	"	"	900
28	Murray Iron Works Co Burlington	Corliss simple horizontale	"	26	48	100	750	Condenseur à surface Arlberger	"	"	"	600
29	Harrisburg Foundry and Machine Works (Harrisburg)	Compound tandem horizont. distribution Fleming	40,5	15	26	"	600	Condenseur à surface Arlberger	Crocker-Wheeler Co (Ampère)	Courant continu	550	500
30	Abner Doble (San Francisco)	Turbine à eau	"	"	"	700	160	"	"	"	"	400
31	Johnston Iron Works Co (Jamestown)	Pompe à triple effet	"	"	"	"	"	"	"	"	"	100

(1) Le pouce = 0^m 0254.

(2) Excitatrice par un groupe moteur-générateur branché sur le réseau de l'exposition.

(3) Excitatrice par dynamo à 440 volts commandée par machine compound à l'aide de 30 chevaux.

(4) Condens. H. P. et B. P. superposés et actionnant une même bielle.

(5) Excitation par un groupe moteur-générateur de 15 chevaux.

(6) Volant en porte-à-faux.

(7) Excitatrice de 45 chevaux en porte-à-faux sur l'arbre.

(8) Excitatrice de 30 chevaux en porte-à-faux sur l'arbre.

(9) Fournit l'air comprimé.

(10) Les machines 24 à 30 sont affectées au service du chemin de fer circulaire.

que deux exposants étrangers, tous deux français : la Société des Établissements Delaunay-Belleville, de Saint-Denis, et la Société Alsacienne de Constructions mécaniques de Belfort. Une seule machine à triple expansion (Bradley-Willans) et aussi une seule machine à quadruple expansion (Delaunay-Belleville) figurent dans cette Exposition.

La machine Delaunay-Belleville fera l'objet, dans le prochain numéro du *Génie Civil*, d'un article spécial.

Toutes les génératrices grandes ou petites sont directement calées sur l'arbre moteur ; il n'y a aucune connexion par courroie.

MACHINES DE LA COMPAGNIE WESTINGHOUSE. — Le Service Power plant a été établi par la « Westinghouse Electric and Manufacturing Co », de Pittsburg, à l'exception de deux alternateurs qui proviennent de la « General Electric Co ». Cette station centrale alimente le service général de l'éclairage de l'Exposition, lequel comprend un nombre considérable de lampes à arc et de lampes à incandescence ; la station fournit aussi la force motrice aux pompes électriques des grandes

minute, la puissance indiquée est de 2883 chevaux, mais on a prévu une surcharge pouvant porter la puissance à 5244 chevaux, avec une pression de vapeur de $10^{\text{kg}}5$ et un vide de 65 centimètres.

Nous n'insisterons pas sur la description de ces machines considérables, dont le type, déjà ancien, est parfaitement connu. L'installation de ces masses énormes sur un sol extrêmement instable n'a pas été sans de grandes difficultés ; il faut noter, en effet, que le Palais des Machines, de même que le bâtiment des chaudières, est établi sur le lit d'un large ruisseau qu'il a fallu combler, et que toutes les constructions de quelque importance ont dû être faites sur pilotis.

On se fera une idée de la grandeur de chacune des unités dont il s'agit, quand on saura que les machines ont environ 10 mètres de hauteur au-dessus du sol, 11 mètres de longueur et $4^{\text{m}}60$ de largeur ; les volants ont 7 mètres de diamètre. A la partie supérieure, un énorme réservoir cylindrique de vapeur relie le grand cylindre au petit. L'arbre à manivelles a 80 centimètres de diamètre. La machine complète pèse environ 100 tonnes.

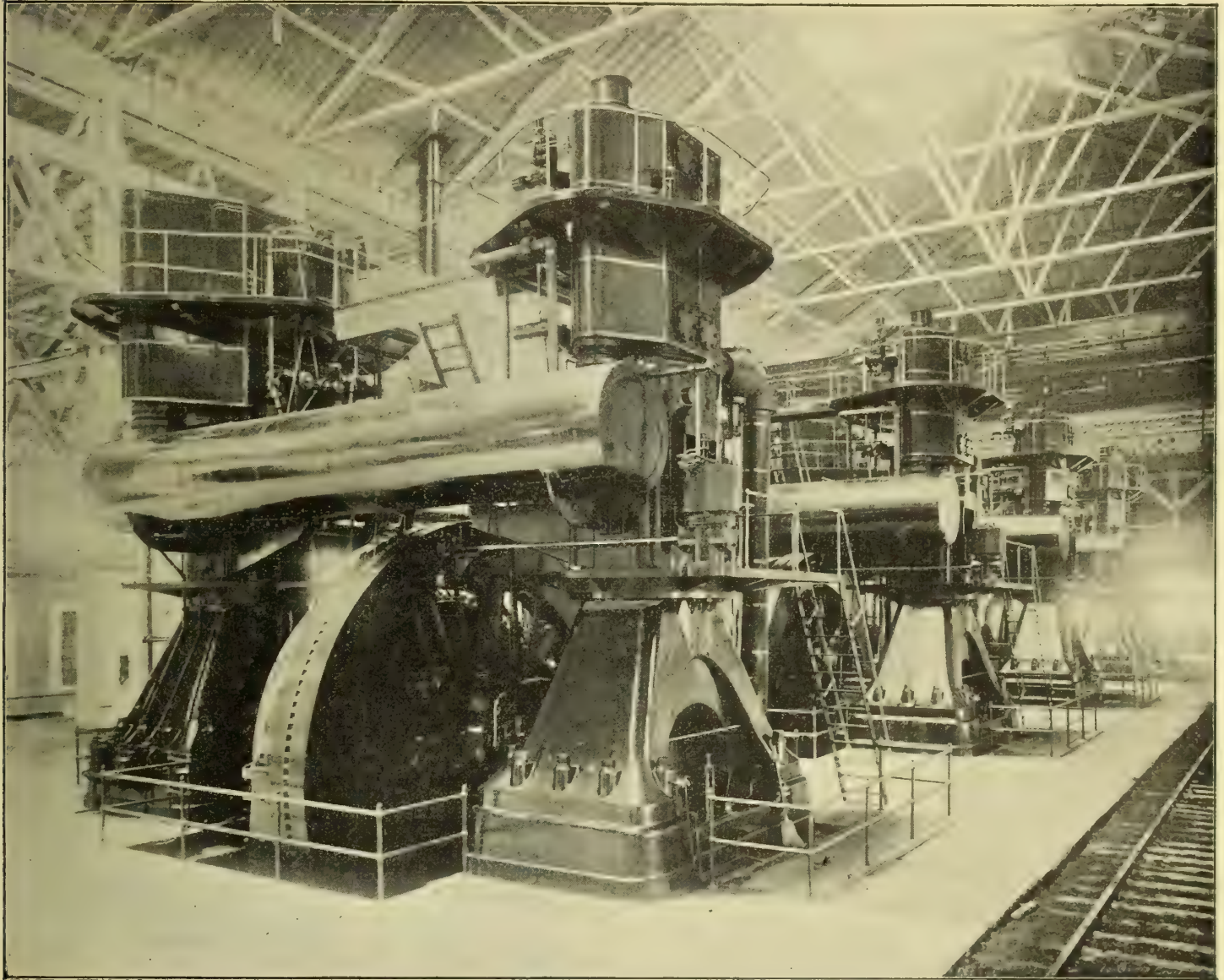


FIG. 2. — Machine à vapeur compound Westinghouse, actionnant un alternateur de 2000 kilowatts.

cascades et aux exposants. Afin d'éviter tout arrêt dans le service, on a établi en double toutes les machines essentielles.

La puissance totale de la station est de 8000 kilowatts, répartis en quatre groupes identiques. Les excitatrices sont au nombre de trois, ayant chacune une capacité de 80 kilowatts ; deux d'entre elles suffisent pour la station entière, la troisième est en réserve. Chaque paire de machines reçoit sa vapeur par une conduite séparée et a son condenseur propre. La station comporte donc, en somme, deux sections identiques, pouvant fonctionner ensemble ou séparément.

Machines. — Chaque unité se compose d'une machine Westinghouse-Corliss verticale, cross-compound, et d'un alternateur de 2000 kilowatts, à champ tournant, placé entre les deux bâtis supportant les cylindres. Les figures 3 et 4 indiquent la disposition de ces machines avec leurs dimensions principales :

Le cylindre HP a $0^{\text{m}}95$ de diamètre, et le cylindre BP $1^{\text{m}}90$. La course commune est de $1^{\text{m}}35$. A l'allure normale de 83 tours par

minute, la consommation de vapeur garantie par contrat est de $6^{\text{kg}}10$ par cheval à l'allure la plus économique ; il est permis de douter qu'elle soit jamais réalisée à l'Exposition, en raison des conditions défavorables dans lesquelles ces machines, comme toutes les autres, sont alimentées de vapeur.

Alternateurs. — Les alternateurs, nous l'avons dit plus haut, ont une capacité normale de 2000 kilowatts, mais ils peuvent supporter une surcharge de 50 % pendant une heure sans échauffement exagéré. Ils envoient dans la canalisation du courant triphasé à 6600 volts ; des batteries de transformateurs sont établies partout où se fait la distribution du courant à haute tension. L'armature des inducts fixes peut se déplacer parallèlement à l'arbre des machines pour donner accès aux inducteurs tournants. Les garanties de rendement sont de 96 % à pleine charge, 95 % à trois quarts de charge et 93 % à demi-charge.

Les excitatrices sont du type ordinaire Westinghouse avec inducteur

fixe. L'armature de l'inducteur est en deux pièces, pour donner accès à l'induit. Elles sont conduites par des machines compound, dont l'échappement se rend aux condenseurs principaux.

Condenseurs. — Les condenseurs sont établis sur le côté des machines; il y en a deux, de construction identique, affectés chacun à une paire de machines. Ce sont des condenseurs par mélange, du type *barométrique*, très employé en Amérique dans les grandes installations. On sait que ce système consiste à opérer le mélange d'eau et de vapeur au sommet d'une colonne ayant une hauteur de 11 à 12 mètres, de telle façon que la séparation de l'eau et de l'air se fasse naturellement dans une sorte de chambre barométrique. Tous les gaz sont enlevés par une pompe spéciale dite pompe à air sec. En réalité, les gaz sortant de la chambre barométrique sont saturés de vapeur d'eau, mais comme ils passent dans un réfrigérant refroidi par l'eau d'injection, dans lequel la vapeur entraînée se condense en quantité notable, il en résulte que l'air arrivant à la pompe peut être

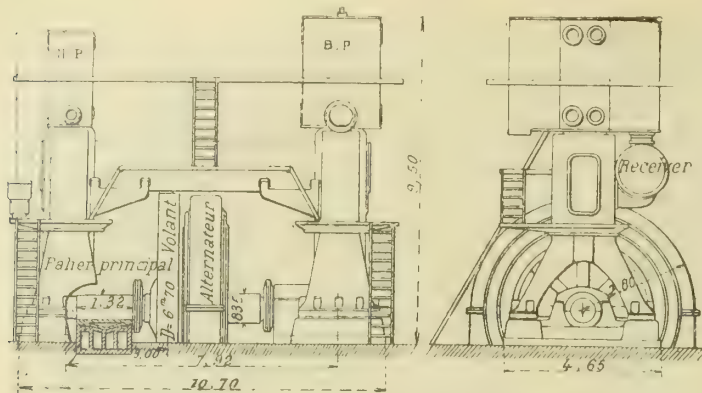


FIG. 3 et 4. — Élévation et vue de côté d'une machine Westinghouse.

considéré comme sensiblement sec. L'air aspiré se dégage par le toit.

Le trop-plein des bâches à eau se déverse par un conduit en poterie dans un puits situé sous les « cooling towers » ou tours de refroidissement, dont nous allons parler, et qui constituent la partie la plus intéressante de cette installation.

Dans notre précédent article, nous avons mentionné la présence, sur la façade est du bâtiment des chaudières, de quatre tours carrées en maçonnerie. Ces tours renferment un dispositif particulier en vue de refroidir l'eau venant des condenseurs; cette eau leur est renvoyée par des pompes spéciales établies dans le voisinage, à l'intérieur du bâtiment.

Chaque tour constitue une cheminée rectangulaire en briques de 15^m 50 de hauteur environ, garnie intérieurement de dix étages de

grillages en bois qui occupent 6 mètres de hauteur. Ces grillages constituent la surface de refroidissement; ils sont formés de règles de sapin de 75 × 150 millimètres, placées de champ et uniformément espacées : chaque plan comprend quatre étages de planches semblables jointives, ce qui représente une hauteur totale de 60 centimètres; les plans successifs se croisent à angle droit, de façon à briser le mieux possible le courant d'eau descendant. Le tout est disposé à peu près à mi-hauteur de la tour.

L'eau, prise à la bache par des pompes de circulation, est refoulée dans un collecteur de 50 centimètres de diamètre régnant le long des quatre tours, à leur sommet; dans chaque tour, trente tuyaux percés de nombreux trous sont branchés à angle droit sur le collecteur et distribuent l'eau en pluie sur les grillages; elle tombe de là dans un puits à la base de la tour, où elle est reprise par les pompes des condenseurs.

La circulation d'air frais est obtenue, pour chaque tour, par quatre ventilateurs de 3 mètres de diamètre disposés par paires dans l'épaisseur des murs et aspirant l'air extérieur. Ces ventilateurs sont conduits par des courroies imperméables entraînées par un arbre de transmission unique, fixé au mur du bâtiment principal et recevant son mouvement d'une machine Westinghouse compound.

L'eau d'injection des condenseurs, de même que l'eau de condensation qui vient se refroidir dans les tours, est manipulée par une batterie de trois pompes centrifuges du type Worthington : l'une d'elles fait le service des condenseurs, une autre celui des tours; la troisième est en réserve. Elles fonctionnent sous une charge de 13^m 50 environ, aspiration comprise; chacune d'elles a un débit de 4^l 5 par minute sous une charge de 15 mètres; elles sont également conduites par des machines compound Westinghouse. Le débit se règle suivant les besoins par des volants à main communiquant avec les régulateurs des machines; leur action peut se modifier en pleine marche de manière à proportionner la vitesse des machines au volume d'eau à débiter.

Il est superflu d'ajouter que toutes les conduites sont munies des vannes nécessaires et que le tuyautage de vapeur, très long et compliqué, est muni de joints glissants et de coudes élastiques.

L'exposition de la Compagnie Westinghouse ne se borne pas aux machines de l'emplacement 48. Elle occupe, en réalité, toute la partie sud-ouest du Palais des Machines (fig. 4). A l'emplacement n° 51, en particulier, sont exposées une puissante machine à gaz et une turbine Westinghouse-Parsons de 600 chevaux. Toute l'installation est luxueuse; elle comprend jusqu'à une salle de spectacle (emplacement 47) où l'on fait des conférences et où plusieurs fois par jour on donne des séances de cinématographe destinées à pénétrer le public de l'énormité des affaires de la Compagnie.

L. PIAUD,

Ingenieur du Département français des Machines
à l'Exposition de Saint-Louis,
Vice-Président du Jury du groupe 62 (Machines et Chaudières).

MINES

LES NOUVEAUX ÉVITE-MOLETTES

à l'Exposition d'Arras.

Dans une étude, consacrée aux appareils de sécurité dans les mines, que nous avons fait paraître en 1900, lors de l'Exposition Universelle (1), nous avons donné la description des quatre évite-molettes exposés alors : l'appareil Reumaux, des Mines de Lens, l'appareil Foby, des Mines de Dourges, l'évite-molettes des Mines de Liévin et l'appareil Villiers, des houillères de Saint-Étienne.

Nous avons également signalé (2) l'évite-molettes Wodrada en usage en Autriche. Nous nous proposons, aujourd'hui, de compléter notre étude par la description de quatre nouveaux évite-molettes figurant actuellement à Arras dans l'Exposition du Nord de la France (3).

Deux de ces appareils sont à commande exclusivement électrique; le troisième partiellement; enfin le quatrième, dû à M. Pirckher, Ingénieur en chef des travaux du jour aux Mines de Béthune, utilise pour la commande des organes d'arrêt : frein progressif, frein absolu, obturateurs, etc., des doigts et des cames fixés sur un plateau qui est mis en mouvement par la machine d'extraction. Comme cet évite-molettes présente certaines analogies avec celui de M. Reumaux ou celui des Mines de Liévin, nous le décrirons en premier lieu.

ÉVITE-MOLETTES DES MINES DE BÉTHUNE, SYSTÈME PIRCKHER. — L'évite-molettes de M. Pirckher est destiné à empêcher absolument le mécanicien de dépasser une certaine vitesse, fixée à l'avance, lorsque la cage

arrive au jour. Dans ce but, la vapeur est automatiquement interceptée lorsque la cage montante est à 60 mètres du jour. Il faut donc, pour finir la cordée, que le mécanicien laisse à nouveau arriver la vapeur, ce qui attire déjà particulièrement son attention à ce moment.

En outre, pour que la machine ne puisse reprendre une vitesse trop considérable, un régulateur à force centrifuge commande un appareil spécial, qui lui-même provoque, à une distance variable de la recette, la fermeture des deux obturateurs de vapeur, et simultanément le serrage du frein à action progressive; puis le serrage postérieur du frein absolu qui bloque complètement la machine sans aucun choc, la vitesse étant très réduite par suite de l'action préalable du frein progressif. La distance variable à laquelle l'appareil d'arrêt et de ralentissement entre en jeu est d'autant plus grande que la vitesse de la machine est elle-même plus considérable.

Les figures 1 à 4 représentent l'appareil en coupe générale et dans ses détails.

Toutes les commandes des soupapes d'échappement, tant celles des obturateurs de vapeur à basse et à haute pression que celles des cylindres de frein, sont obtenues à l'aide de cames réglables et de doigts placés sur le plateau tournant A mû lui-même par la machine avec l'intermédiaire d'une vis tangente. En B se trouve la soupape d'échappement des obturateurs, commandée par un levier qui, lui-même, reçoit son mouvement d'un doigt V fixé sur le plateau A. Pendant la rotation de A, le doigt V vient en contact avec le levier de commande de la soupape B au moment précis où la cage a encore environ 60 mètres à parcourir. La soupape est reliée à la face arrière du piston moteur de l'obturateur de vapeur à haute pression. Quant à la face arrière de l'obturateur basse pression, elle est simplement reliée à la conduite de vapeur haute pression, entre l'obturateur et le cylindre haute pression. Cette disposition suffit parfaitement pour obtenir la fermeture simultanée des deux obturateurs.

En effet, supposons la soupape B ouverte et mise à l'échappement

(1) Voir le *Génie Civil*, t. XXIV, n° 9, p. 138, n° 10, p. 164, et n° 11, p. 177.

(2) Voir le *Génie Civil*, t. XL, n° 23, p. 383.

(3) Voir le *Génie Civil*, t. XLV, n° 13, p. 217.

par le doigt V : la vapeur s'échappant, la pression à l'arrière du piston de l'obturateur haute pression diminuera, et le piston agissant sous l'influence de la vapeur intérieure se déplacera et se mettra dans sa position de fermeture. Mais, l'obturateur haute pression une fois fermé, la machine n'en tournera pas moins par sa force vive; il se formera donc, par le déplacement du piston du cylindre, une dépression dans la conduite haute pression; par la communication qu'établit le tuyau E avec l'arrière de l'obturateur basse pression, cette dépression agira également à l'arrière de l'obturateur basse pression, et celui-ci sera également amené, automatiquement, dans la position de fermeture.

Pour terminer la cordée, le mécanicien est donc obligé de rouvrir les deux obturateurs, au moyen d'une deuxième soupape de rappel commandée par le modérateur. Cette soupape laisse échapper la vapeur restée en *x* devant le piston de l'obturateur haute pression, et ce dernier est ramené dans sa position d'ouverture; mais la vapeur pénétrant alors de nouveau dans le cylindre haute pression arrive aussi au tuyau E et à l'arrière de l'obturateur basse pression. Celui-ci est donc également ramené dans sa position d'ouverture; la conduite de vapeur basse pression (allant au cylindre basse pression) se trouve ouverte, et la machine peut reprendre sa marche.

Nous n'entrerons pas dans la description détaillée des freins. Disons

C'est par la combinaison des deux mouvements que l'on obtient un rapprochement des points d'attaque des rampes du disque avec les leviers J et, finalement, le contact qui produit la fermeture des obturateurs et le fonctionnement successif des deux freins.

Les contacts des rampes du disque avec les leviers des soupapes ont été étudiés de façon que la fermeture des obturateurs et les serrages successifs des deux freins puissent se faire à des distances du jour variables et à des intervalles de fonctionnement également variables suivant la vitesse de la machine. Dans ces conditions, l'arrêt se produit d'une façon absolument progressive.

On a obtenu ce résultat à l'aide des rampes d'attaque à pas différents du disque K. Ces rampes, dont les origines sont rigoureusement au même niveau, rencontrant les leviers J placés, eux aussi, à la même hauteur, viennent attaquer ces leviers dans des conditions variables. Si la vitesse est très réduite, les freins fonctionnent presque simultanément; si la vitesse, au contraire, est considérable, le frein à action progressive, commandé par la forte rampe, sera ouvert bien avant le frein absolu qui reçoit son mouvement de la deuxième rampe, à pas beaucoup plus réduit.

Voici comment fonctionne l'appareil :

En marche normale, c'est-à-dire durant la majeure partie de la cordée, la pression de la vapeur maintient les obturateurs ouverts et

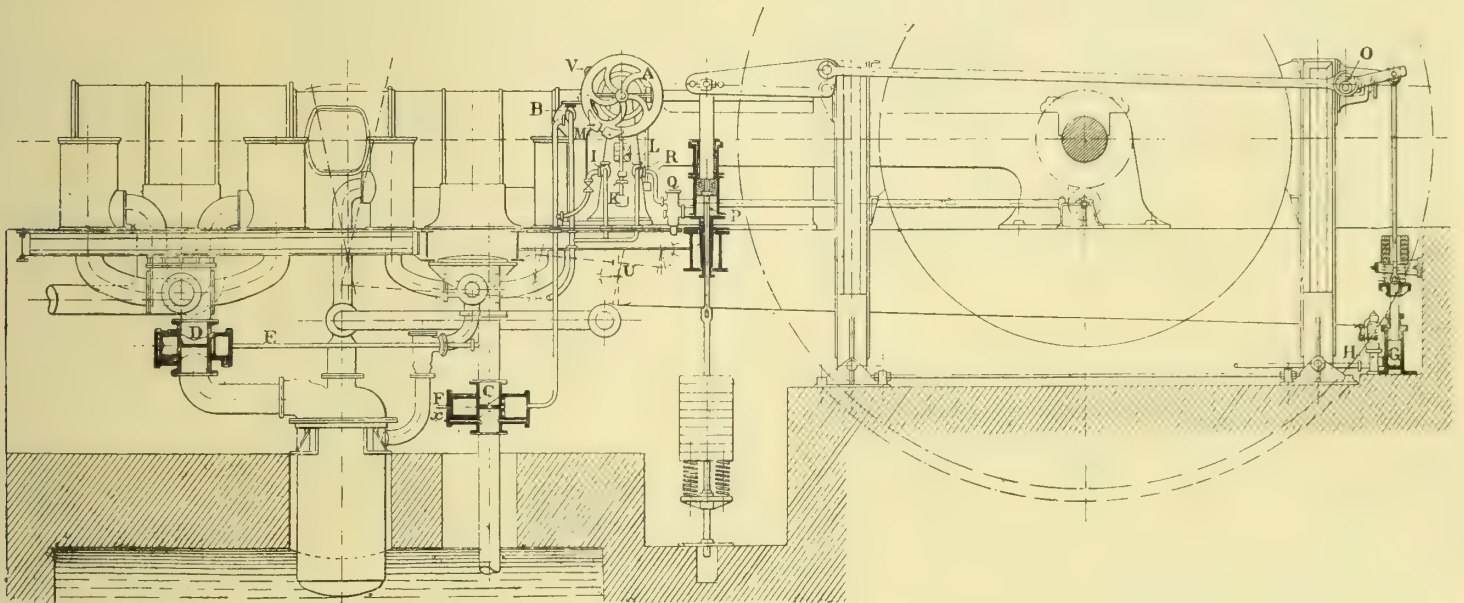


FIG. 1. — Vue générale de l'évite-molettes des mines de Béthune.

A, plateau tournant commandé par la machine et portant les doigts et cames d'attaque des soupapes; — B, soupape d'échappement des obturateurs pour arrêt de la machine à 60 mètres du jour; — C, obturateur haute pression; — D, obturateur basse pression; — E, tuyau d'échappement et de rappel des obturateurs; — F, communication avec la soupape de rappel de l'obturateur haute pression; — G, cylindre de frein d'intensité ou d'action réduite; — H, soupape d'admission de vapeur et d'échappement au cylindre du frein d'intensité; — I, soupape d'échappement des obturateurs pour fonctionnement simultané avec le frein d'intensité; — J, leviers de commande des soupapes; — K, disque à deux rampes hélicoïdales de pas différents; — L, coulisseau portant le disque; — M, cames de commande du coulisseau; — N, renfort de la came; — O, excentrique de commande des mâchoires de frein; — P, cylindre du frein absolu; — Q, piston servo-moteur du tiroir du frein absolu pour fonctionnement automatique; — R, soupape d'échappement du cylindre Q; — S, régulateur à force centrifuge agissant sur le disque à double rampe hélicoïdale; — T, pignon de crémaillère (transmission de mouvement du régulateur); — U, relation entre la commande du frein absolu et la commande du frein à action réduite pour faire fonctionner ce dernier à chaque commande du frein absolu commandé par le mécanicien; — V, doigts attaquant le levier de commande de la soupape d'échappement des obturateurs (fermeture à 60 mètres du jour).

seulement que le cylindre du frein modérable est commandé par la soupape H d'admission et d'échappement et que son action sur les mâchoires du frein s'obtient à l'aide d'un excentrique, commandé par la tige du piston de frein, qui fait mouvoir les bielles des mâchoires. Le frein absolu représenté en P et Q (fig. 1) comprend le cylindre P, le piston servo-moteur Q du tiroir du frein qui fonctionne automatiquement, enfin la soupape R d'échappement de ce cylindre.

Nous arrivons maintenant à l'évite-molettes proprement dit, c'est-à-dire à la partie de l'appareil qui agit simultanément sur les freins et sur les obturateurs. Cette action se fait par les leviers J (fig. 2 et 4) de commande des soupapes d'échappement I et R. Ces leviers sont mus par le disque K à deux rampes hélicoïdales de pas différent. Les figures 2 et 3 donnent l'ensemble de l'évite-molettes, et la figure 4 le détail de la mise en marche de son organe essentiel, le disque K. Ce dernier peut être animé de deux mouvements : l'un, de rotation, lui est transmis par un pignon et une crémaillère T, commandés par un régulateur à force centrifuge; l'autre est un mouvement de haut en bas qui lui est transmis par le galet supérieur du coulisseau L, actionné lui-même par les cames M disposées sur le plateau A.

Ce sont deux mouvements bien distincts; le premier, dû au régulateur centrifuge, ne dépend naturellement que de la vitesse de la machine d'extraction; le deuxième, au contraire, est provoqué par la came M, qui entraîne un abaissement du disque et dépend absolument de la position de la cage dans le puits, aussi bien que la position de la came M.

la machine d'extraction tourne à sa vitesse habituelle. Lorsque la cage arrive à une position déterminée (environ à 60 mètres du jour), le doigt V vient rencontrer le levier de commande de la soupape B. L'ouverture de celle-ci entraîne, comme nous l'avons expliqué, la fermeture des deux obturateurs de vapeur et l'arrêt de la machine. Pour terminer la cordée, le mécanicien doit rouvrir les obturateurs; il est donc obligé de fermer la vanne d'admission, cette manœuvre étant nécessaire pour le fonctionnement des soupapes de rappel. Ceci fait, il peut rouvrir progressivement la vanne pour terminer la course de la cage.

Ce premier dispositif a déjà l'avantage d'attirer toute l'attention du machiniste; si néanmoins celui-ci laisse reprendre une trop grande vitesse au moteur, les autres parties de l'évite-molettes entrent en jeu. Au moment, en effet, où la vapeur rentre au cylindre, la came M se rapproche du coulisseau L qui porte à sa partie inférieure le disque K.

A partir du moment où la came M vient en contact avec le galet du coulisseau L, il faut, pour que l'évite-molettes ne fonctionne pas, que la vitesse de la machine soit continuellement inférieure à celle du régulateur et qu'elle diminue progressivement jusqu'à l'arrivée de la cage à la recette. En effet, si la vitesse se trouve réduite de plus en plus, le disque K ne reçoit aucun mouvement de rotation du régulateur par la crémaillère de commande: il peut donc s'abaisser sans que les rampes hélicoïdales viennent en contact avec les leviers J qui commandent les soupapes des freins et les obturateurs. Si, au con-

traire, la vitesse de la machine est exagérée, le régulateur agit par l'intermédiaire de la crémaillère et du pignon T sur le disque K; celui-ci acquiert un mouvement de rotation d'autant plus important

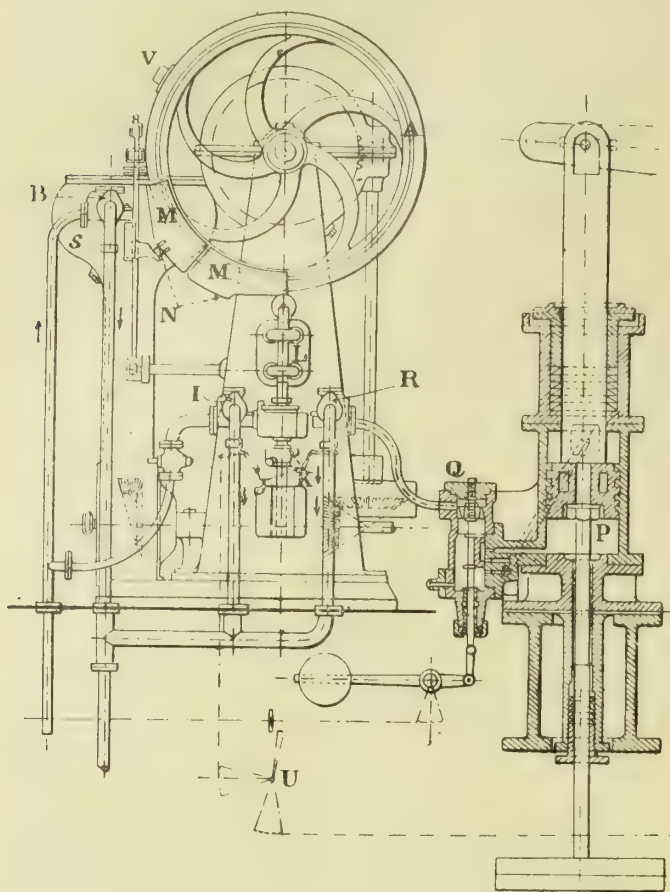


FIG. 2. — Vue de face de l'évite-molettes.

que la vitesse est plus grande; il entre donc en contact avec le levier de commande du frein progressif par sa première rampe et, au bout d'un certain temps, il fait agir avec la deuxième rampe le levier du frein absolu qui finit d'immobiliser la cage.

Si même, exceptionnellement, la cage venait à dépasser la recette de 2 à 3 mètres, avec une vitesse assez réduite pour que le régulateur centrifuge ne fonctionnât pas, l'arrêt automatique de la machine se produirait encore grâce à un dispositif spécial.

A cet effet, on a placé sur la came M une deuxième came N, formant plan incliné à pente rapide, qui rencontre le galet du coulisseau à fin de course. Si donc la cage dépasse la recette, le plan N poussera le coulisseau L à fond et celui-ci, malgré la vitesse presque nulle de

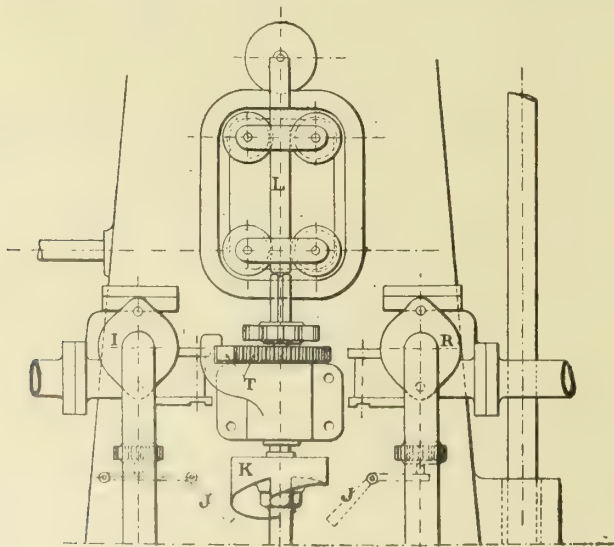


FIG. 4. — Détail de la commande.

la machine, rencontrera les leviers J et fera instantanément jouer les deux freins. Ici, naturellement, le contact des rampes et des leviers ayant lieu à l'origine, les deux freins agiront simultanément, mais la vitesse de la machine étant extrêmement réduite, l'action du frein absolu ne pourra avoir aucun résultat fâcheux.

L'appareil présente encore le grand avantage de ne pas permettre au mécanicien de démarrer trop vivement lorsque la cage est sur les taquets. Nous avons vu que, dans cette position, le disque K est très rapproché des leviers J et, au moindre mouvement du régulateur, causé par un démarrage trop brusque, le disque K, en tournant, viendrait agir sur les leviers de commande et produirait le serrage des freins.

Pour la circulation du personnel, on rend l'action du régulateur encore plus sensible en ajoutant momentanément un poids supplémentaire au contrepoids d'équilibre, de sorte que le régulateur agit à une vitesse beaucoup plus réduite.

Les divers leviers de freins sont disposés de telle façon que, quand

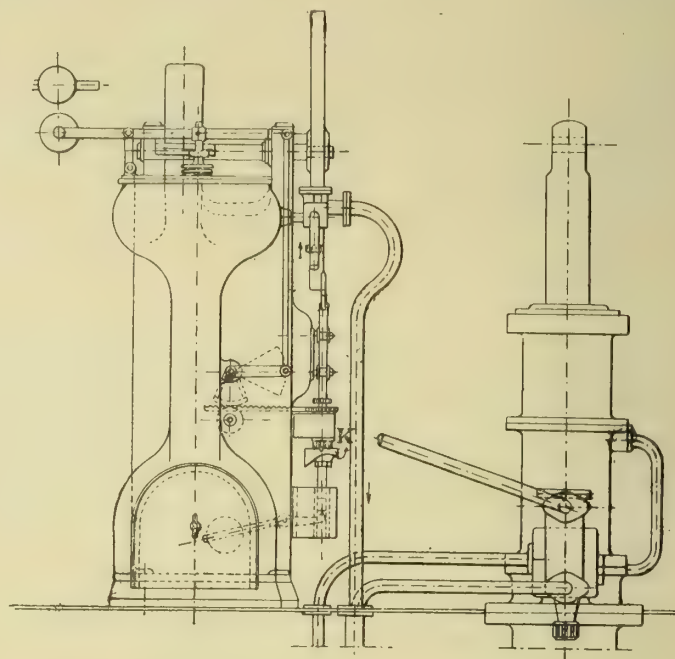


FIG. 3. — Vue de côté de l'évite-molettes.

le mécanicien veut stopper, le frein modérable agit d'abord, et immédiatement ensuite, le frein absolu.

INDICATEUR DE PROFONDEUR ET ÉVITE-MOINETTES DU NOUVEAU TREUIL ÉLECTRIQUE DES MINES DE LIÉVIN. — L'appareil installé sur le grand treuil électrique pour travaux de fonçage, figurant à l'exposition de

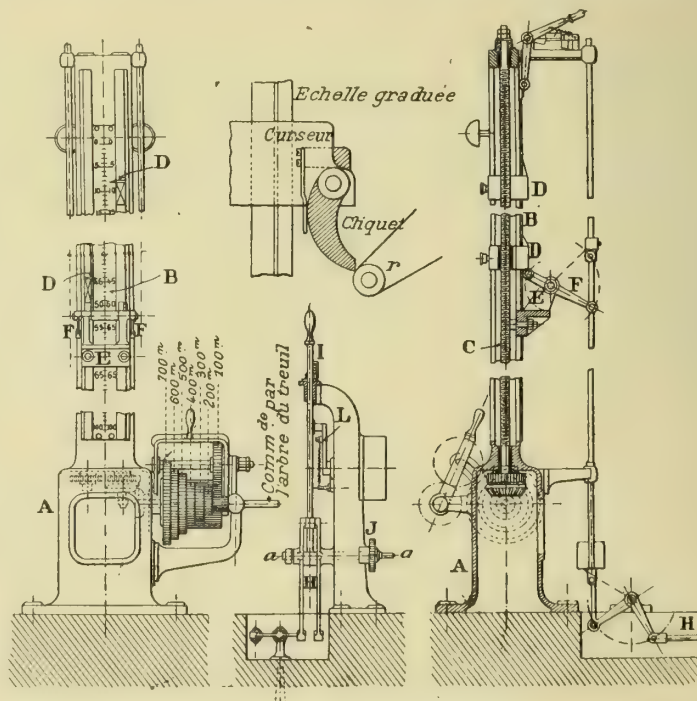


FIG. 5 à 8. — Évite-molettes des mines de Liévin.

la Compagnie des Mines de Liévin, comprend (fig. 5 à 8) une colonne d'environ 3^m20 de hauteur, sur laquelle est fixée une échelle de 2 mètres B, dont les graduations indiquent les profondeurs. Deux vis sans fin C, tournant en sens contraire, font mouvoir les deux curseurs D qui, dans leurs mouvements, indiquent la position des cages.

La commande des vis C est obtenue par l'arbre même des bobines du treuil et par des engrenages.

Le support E, fixé sur l'échelle B, peut être déplacé, suivant les besoins, le long de celle-ci. Il est muni de deux leviers F, reliés rigidement par des tringles et des leviers coudés à deux autres leviers H placés sur l'axe a du levier général de manœuvre I. Ce levier I, dans sa position médiane, supprime tout courant dans la machine et arrête forcément le treuil. Sans entrer dans les détails du réglage du moteur électrique par le levier I, disons qu'à chaque fin de course, par suite de l'action des curseurs, ce levier, par l'entremise des leviers F et H, est forcément et automatiquement ramené dans sa position d'arrêt. Cet arrêt se produit lorsque la benne descendante est environ à 3 mètres au-dessus des ouvriers travaillant au fond. On a placé sur le curseur (fig. 7) un cliquet maintenu par un ressort qui provoque lui-même la mise à l'arrêt automatique par son action sur un galet r, mais ce cliquet peut être repoussé par le mécanicien, pour permettre, après l'arrêt, de terminer la cordée.

Pour éviter les accidents même au cas d'une rupture dans le système de tringles et leviers, on a disposé l'interrupteur de secours du courant principal en haut de la colonne. Les écrous D, lorsqu'ils dépassent le point supérieur limite, autrement dit lorsque la benne tend à monter aux molettes, viennent déclencher l'interrupteur automatiquement et, par conséquent, arrêter le treuil.

Signalons encore, comme particularité de l'appareil, le cône d'engrenages de commande à sept étages, disposé pour permettre de changer les vitesses des indicateurs de niveau, toutes les fois que l'on vient à changer l'échelle, c'est-à-dire à chaque accroissement important de profondeur du puits. Chaque vitesse correspond alors à une nouvelle division de l'échelle.

H. SCHMERBER,

Ingenieur des Arts et Manufactures.

(A suivre.)

ÉLECTRICITÉ

USINE DE LA GENERAL ELECTRIC COMPANY à Schenectady (États-Unis).

L'usine la plus importante de la General Electric Co (fusion des Compagnies Edison et Thomson-Houston), qui fabrique plus spéciale-

ware and Hudson Railroad. Un réseau de voies raccordées à ces chemins de fer et des lignes de tramways complètent les moyens de transports.

L'usine, divisée en deux parties par une rue, occupe une surface de 56 hectares. Elle comprend 149 bâtiments avec une surface de locaux de 234 000 mètres carrés et emploie 11 500 personnes. Le plan ci-dessous, emprunté à l'*Engineering*, montre la disposition de ces bâtiments. Les bureaux, où parmi les employés les dessinateurs comptent pour plus de trois cents, sont aménagés pour un travail rapide: les dessins sont transportés dans des boîtes et déposés mécaniquement aux archives situées au sous-sol d'un bâtiment voisin des bureaux.

Le tirage des 95 000 bleus qu'il faut faire en moyenne chaque mois a lieu dans un bâtiment spécial situé près des bureaux. On se sert pour ces tirages de 16 appareils utilisant la lumière d'arcs électriques et une machine spéciale est employée pour le lavage des épreuves qui sont ensuite séchées à l'étuve. Un restaurant prépare chaque jour 700 repas pour les employés au moyen de fourneaux électriques.

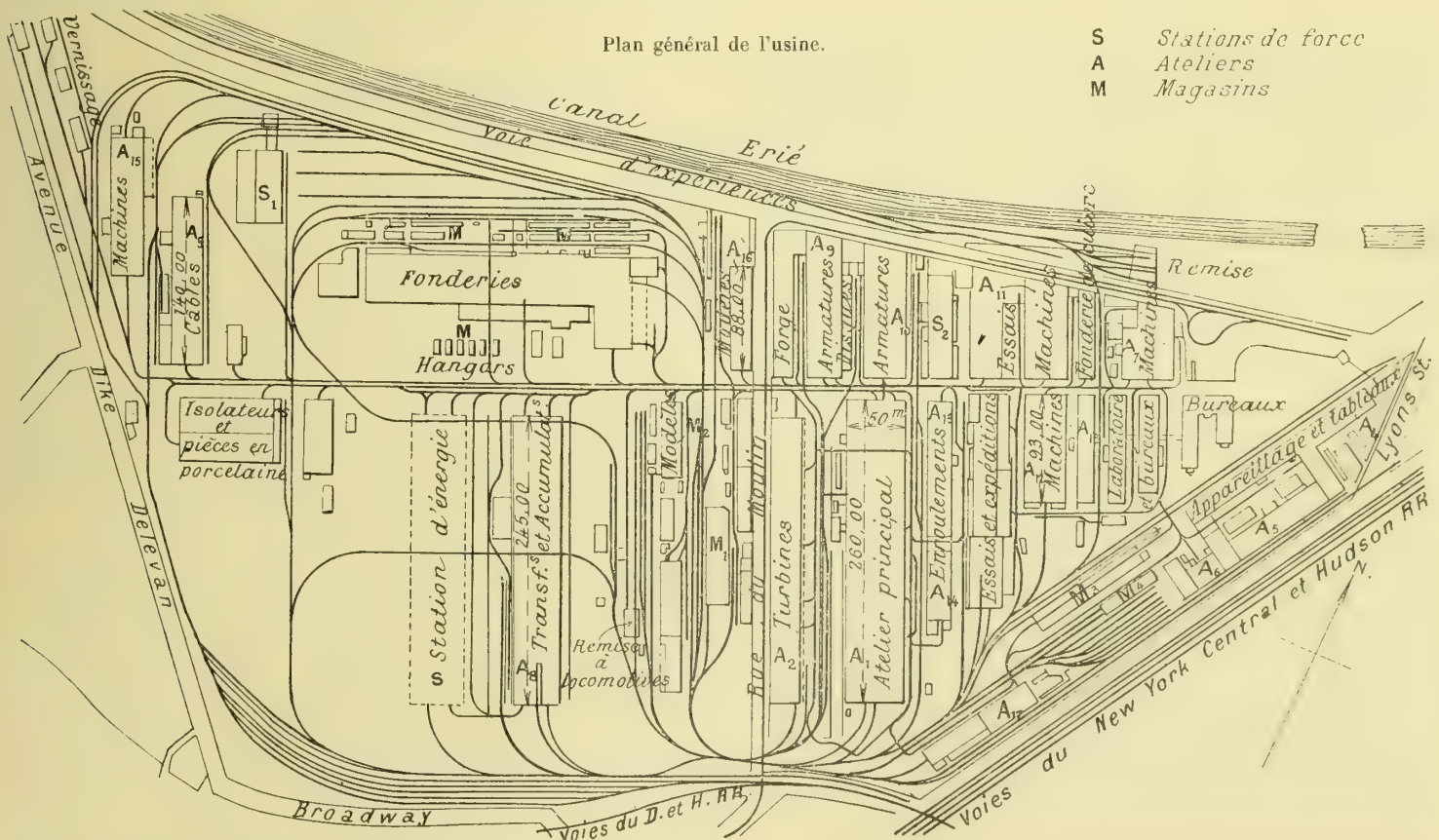
L'atelier principal A₁, où l'on construit les grands moteurs et génératrices dépassant 1 000 kilowatts, a 260 mètres de longueur et 50 mètres de largeur. Les dimensions croissantes des machines ne permettant plus de construire et surtout de transporter à l'usine des machines-outils assez grandes pour le travail des pièces à fabriquer; on en vient maintenant à travailler à l'aide d'outils mobiles les pièces immobilisées, au lieu de déplacer les pièces devant les outils fixes. On a donc disposé dans l'atelier de grands bâtis de fonte à rainures en forme de T où l'on déplace les machines-outils suivant les besoins du travail.

Cet atelier A₁ est divisé en trois travées :

1^o La travée centrale est plus spécialement réservée au travail des grandes pièces et est desservie par quatre ponts roulants électriques de 40 tonnes et de 18 mètres de portée. Le plus grand outil de cette travée est une machine à aléser, construite aux ateliers de la General Electric Co, qui permet des alésages de 18^m30 de diamètre. Cette machine a servi à fabriquer les génératrices de 7 500 kilowatts de l'usine du Niagara⁽¹⁾.

Une autre machine nouvelle de cet atelier est une raboteuse rotative très employée au dressage de la surface des joints de précision pour circuits magnétiques. Cette machine, actionnée électriquement, peut être déplacée en tous les points de l'atelier. On y remarque encore une raboteuse spéciale pour les surfaces circulaires à grand rayon et beaucoup de tours verticaux de grand diamètre. Beaucoup d'outils sont actionnés électriquement; un arbre de transmission fixé aux colonnes de l'atelier actionne cependant les petites machines;

Plan général de l'usine.



ment les machines électriques et les turbines à vapeur Curtis⁽¹⁾, est celle de Schenectady (État de New-York).

Commencée en 1886, elle s'étend maintenant entre le canal Erié, les voies du New-York Central and Hudson River Railroad et du Dela-

2^o L'une des travées latérales est en partie réservée au montage de certaines pièces des génératrices actionnées par turbines. Plus loin on trouve plusieurs perceuses, tours, etc., et à l'extrémité de la travée est un emplacement pour les essais de machines trop lourdes pour

(1) Voir le *Génie Civil*, t. XLIII, n° 2, p. 31

(1) Voir le *Génie Civil*, t. XLII, n° 10, p. 149.

être transportées à l'atelier spécial des essais. Cette travée est desservie par trois ponts roulants de 10 tonnes. On y emploie, ainsi que dans la travée principale, beaucoup d'appareils à air comprimé (appareils de levage, perceuses, marteaux, etc.);

3° La deuxième aile de l'atelier A₁ est réservée au tournage des dynamos et des arbres et à la construction des locomotives. Les petites machines y sont actionnées par un arbre, les grosses sont mues électriquement. Une galerie établie au-dessus de cette partie de l'atelier sert pour le tournage et le montage des commutateurs et pour le travail du mica; on y remarque une série de machines à enrouler les fils.

L'atelier A₂, qui mesure 245 mètres de longueur sur 30 mètres de largeur, est entièrement destiné à la construction des turbines Curtis. Le nombre de ces machines déjà construites dans cet atelier, s'élève à 165, ayant ensemble une puissance de 290 000 kilowatts. La plupart des machines de cet atelier sont des tours verticaux; le plus grand permet de travailler des pièces de 5 mètres de diamètre. On y remarque aussi des machines spéciales destinées à découper les augets de turbines dans des anneaux ou portions d'anneaux pleins.

Les essais de turbines se font dans l'atelier lui-même qui est desservi par deux ponts de 15 tonnes et un de 30 tonnes d'une portée de 13^m 60. A l'extrémité de cet atelier se trouvent des machines-outils. Les travées latérales, desservies par quatre grues à main, sont destinées au travail des petits moteurs et génératrices et aux machines à découper les augets de turbines. Une galerie court le long de ces travées; on y fabrique certaines pièces des petits moteurs, des rubans de cuivre, des balais en toile de cuivre, etc. On y remarque des perceuses multiples.

Les turbines Curtis se font depuis 1,25 jusqu'à 7 500 kilowatts et au-dessus; à partir de 300 kilowatts on n'emploie plus que les turbines à arbre vertical. Un essai sur trois turbines de 500 kilowatts a donné une dépense de 8 kilogr. par kilowatt-heure à pleine charge avec de la vapeur surchauffée à 150 degrés.

L'atelier A₃ sert exclusivement à la fabrication des câbles et fils isolés employés par la Compagnie, soit 6 800 tonnes de cuivre par an; il mesure 140 mètres de longueur et 30 mètres de largeur. Il comporte surtout des enrouloirs et bobineuses de divers isolants, des tordoirs de câbles, etc., le tout actionné électriquement. Cet atelier emploie peu d'ouvriers, un seul homme suffisant pour surveiller trente machines.

L'atelier A₄ est réservé à la fabrication des tableaux de distribution et appareils adjoints; on y fabrique entre autre choses des interrupteurs à huile pour courants dépassant 100 000 volts.

L'atelier A₅ sert à la fabrication d'appareils divers, tels que contrôleurs, etc. Il renferme soixante machines à fileter fabriquant chacune 5 000 à 8 000 pièces par jour.

L'atelier A₆ est destiné au petit appareillage. 275 ouvriers, dont 180 femmes, y fabriquent, en moyenne, 220 000 pièces par semaine, nécessitant 2 millions et demi de vis fabriquées automatiquement.

Dans l'atelier A₇, on construit les petites machines à vapeur destinées à actionner des génératrices placées à bord des navires, notamment pour l'éclairage des navires de guerre (la Compagnie a fourni beaucoup de matériel électrique pour la flotte russe d'Extrême-Orient).

L'atelier A₈, un des plus grands de l'usine, est réservé à la construction des transformateurs. La fonderie emploie journellement 160 tonnes de métal; beaucoup de petites pièces de fonte y sont fabriquées à la machine à mouler pneumatique. L'atelier des modèles A₁₆ bien qu'ayant 88 mètres de longueur, est insuffisant pour l'usine.

Le laboratoire de recherches est très bien outillé; son imprimerie est particulièrement remarquable. Dans le bâtiment des essais, 200 à 300 employés, diplômés de 75 écoles de toutes les parties du monde, travaillent continuellement.

Il y a deux stations de force motrice dans l'usine: l'une qui l'actionne actuellement et une autre qui est en cours de construction.

La première S₁ renferme trois grandes unités semblables: trois machines à vapeur Corliss compound tandem, système Mac Intosh Seymour and C^o, directement couplées à trois génératrices de 1 200 kilowatts à 16 pôles, tournant à 120 tours et délivrant du courant continu de 250 à 270 volts. Ces machines ont été construites par la Société. Il y a, en outre, une unité plus ancienne: une machine marine à trois cylindres verticaux compound actionnant une génératrice à 6 pôles de 400 kilowatts, à courant continu à 250 volts. La station renferme aussi cinq convertisseurs rotatifs de 400 kilowatts et vingt transformateurs également construits par la Société. Ces derniers constituent une sous-station du courant à 25 000 volts envoyé des chutes Spiers sur l'Hudson et situées à 64 kilom. de l'usine.

La station nouvelle S₂ est presque achevée et comprendra un groupe Curtis de 2 000 kilowatts et quatre de 1 500; de plus, un emplacement pour quatre essais de groupes Curtis de 500 à 5 000 kilowatts. La vapeur sera fournie par dix-huit générateurs Stirling à 12 kilogr. de 515 chevaux chacun, à chargement et à distribution automatiques. Cette distribution nécessitera environ 400 mètres de transporteurs à augets pour deux élévateurs actionnés chacun par un moteur élec-

trique de 23 chevaux et capables de manipuler 80 tonnes de charbon par heure.

Les deux cheminées ont chacune 60 mètres de hauteur. La surface de la salle des turbines est les deux tiers de celle de la salle des chaudières.

Des voies d'expériences, reliées à l'usine, longent le canal Erié depuis 1896 et servent aux essais de traction électrique et aux essais comparatifs de traction électrique et à vapeur. Elles comprennent une remise des voies de garage et environ 2 kilom. et demi de voie unique, ce qui permet des essais aux vitesses maxima de 80 kilom. à l'heure. La prise de courant se fait par un troisième rail sur une partie de la longueur de la voie; ce troisième rail est continu. Sur une autre, il est divisé en sections automatiquement alimentées de courant au passage d'une locomotive.

LÉGISLATION

LE COUCHAGE DU PERSONNEL

dans les établissements industriels et commerciaux.

La loi du 12 juin 1893 *concernant l'hygiène et la sécurité des travailleurs dans les établissements industriels* a posé, d'une manière générale, les principales mesures de protection et de salubrité applicables à ces établissements.

Les mesures spéciales, notamment en ce qui concerne l'éclairage, l'aération ou la ventilation, les eaux potables, les fosses d'aisances, l'évacuation des poussières et vapeurs, les précautions à prendre contre les incendies, etc., ont été prévues par des règlements d'administration publique, rendus en exécution de ladite loi, et qui ont été promulgués aux dates des 10 mars 1894 et 29 juin 1895.

Mais la loi du 12 juin 1893 n'avait visé que les établissements industriels compris dans l'énumération de son article 1^{er}, sous la dénomination de « manufactures, fabriques, usines, chantiers, ateliers de tout genre et leurs dépendances ».

Cette énumération a été considérablement augmentée par la loi du 11 juillet 1903, qui y a substitué le texte suivant :

Sont soumis aux dispositions de la présente loi les manufactures, fabriques, usines, chantiers, ateliers, laboratoires, cuisines, caves et chais, magasins, boutiques, bureaux, entreprises de chargement et de déchargement et leurs dépendances, de quelque nature que ce soit, publics ou privés, laïques ou religieux, même lorsque ces établissements ont un caractère d'enseignement professionnel ou de bienfaisance.

Cette nouvelle énumération a eu manifestement pour but d'étendre aux établissements commerciaux l'application de la loi du 12 juin 1893 qui n'avait été faite que pour les établissements industriels proprement dits.

En outre, et comme pour prévoir une matière qui concerne plus particulièrement les établissements commerciaux, la loi du 11 juillet 1903 a nommément ajouté aux mesures spéciales qui doivent être prévues par des règlements d'administration publique celles qui sont relatives au « couchage du personnel » dans les divers établissements industriels ou commerciaux ci-dessus énumérés.

Ce point spécial a été réglementé par un décret du 20 juillet 1904⁽¹⁾.

D'après ce décret, le cube d'air des locaux affectés au couchage du personnel dans les établissements visés à l'article 1^{er} de la loi du 12 juin 1893, modifiée par la loi du 11 juillet 1903, ne devra pas être inférieur à 14 mètres cubes par personne. Ces locaux seront largement aérés; ils seront à cet effet munis de fenêtres ou autres ouvertures à châssis mobiles donnant directement sur le dehors. Ceux de ces locaux qui ne seraient pas ventilés par une cheminée devront être pourvus d'un mode de ventilation continue (art. 1^{er}).

Les dortoirs devront avoir une hauteur moyenne de 2^m 60 au moins; une hauteur moindre, mais supérieure à 2^m 40, pourra être tolérée dans les dortoirs des ateliers établis avant la promulgation du décret. Quand le plafond fera corps avec le toit de la maison, il devra être imperméable et revêtu d'un enduit sans interstices. A défaut d'une épaisseur de maçonnerie de 30 centimètres au moins, les parois extérieures devront comprendre une couche d'air ou de matériaux isolants d'une épaisseur suffisante pour protéger l'occupant contre les variations brusques de la température (art. 2).

Les ménages devront avoir chacun une chambre distincte. Les pièces à usage de dortoirs ne pourront contenir que des personnes d'un même sexe disposant chacune, pour son usage exclusif, d'une literie comprenant: châssis, sommier ou paille, matelas, traversin, paire de draps, couverture et meuble ou placard pour les effets. Les lits seront séparés les uns des autres par une distance de 80 centimètres au moins (art. 3).

Il est interdit de faire coucher le personnel dans les ateliers, maga-

(1) Ce décret a été publié au *Journal Officiel* du 4 août 1904, p. 4887.

sins ou locaux quelconques affectés à un usage industriel ou commercial. Mais cette disposition ne s'applique naturellement pas aux gardiens jugés nécessaires pour la surveillance de nuit (art. 4).

Le sol des dortoirs sera formé d'un revêtement imperméable ou d'un revêtement jointif se prêtant facilement au lavage. Les murs seront recouverts, soit d'un enduit permettant un lavage efficace, soit d'une peinture à la chaux. La peinture à la chaux sera refaite toutes les fois que la propreté l'exigera, et au moins tous les trois ans (art. 5).

La literie sera maintenue constamment en bon état de propreté. Les draps servant au couchage seront blanchis tous les mois au moins et, en outre, chaque fois que les lits changeront d'occupants. Les matelas seront cardés au moins tous les deux ans, et les paillasses renouvelées au moins deux fois par an (art. 6).

Les dortoirs ne seront jamais encombrés et le linge sale ne devra pas y séjourner. Ils seront maintenus dans un état constant de propreté, soit par un lavage, soit par un nettoyage à l'aide de brosses ou de linges humides. Cette opération, ainsi que la mise en état des lits, devra être répétée tous les jours. Toutes les mesures seront prises, le cas échéant, pour la destruction des insectes (art. 7).

Il sera tenu à la disposition des intéressés du matériel, de l'eau potable et des lavabos, à raison d'un au moins pour six personnes. Ces lavabos seront munis de serviettes individuelles et de savon (art. 8).

Les pièces affectées à l'usage de dortoir ne devront pas être traversées par des conduits de fumée autres qu'en maçonnerie étanche. Ces pièces n'auront pas de communication directe avec les cabinets d'aisances, égouts, plombs, puisards (art. 9).

Toutefois, comme l'observation des multiples prescriptions de ce décret peut comporter d'importants travaux de transformation, un délai d'exécution d'un an est imparti aux intéressés à compter de sa promulgation (art. 10).

Le texte du décret et une affiche indiquant, en caractères facilement lisibles, les mesures d'hygiène concernant la prophylaxie de la tuberculose seront affichés dans toutes pièces à usage de dortoirs. Les termes de cette affiche seront fixés par arrêté ministériel (art. 11).

Toutes les dispositions de ce décret, du 28 juillet 1904, où l'on trouve posées les prescriptions les plus utiles de l'hygiène moderne, ont été prises après avis du Comité consultatif des arts et manufactures et du Comité consultatif d'hygiène publique de France.

Louis RACHOU,
Docteur en droit,
Avocat à la Cour d'appel de Paris.

VARIÉTÉS

Traitement par distillation du précipité des cuves de cyanuration.

Dans un mémoire récemment présenté à l'American Institute of Mining Engineers, M. G. Howell Clevenger a fait connaître le nouveau procédé qu'il vient d'imaginer pour traiter le produit qu'on obtient lorsqu'on précipite l'or par le zinc dans les cuves de cyanuration.

L'analyse montre que le corps ainsi obtenu ne renferme pas seulement les métaux précieux précipités, or, argent et mercure, mais aussi une quantité notable de zinc, lequel semble être en majeure partie à l'état d'alliage; l'autre partie, en plus faible quantité, serait sous forme d'oxyde.

Le procédé actuel consiste à traiter ce précipité par les acides en vue de séparer le zinc par dissolution, et à coupeller ensuite le résidu de l'attaque mélangé avec une proportion convenable de plomb. La première opération consomme une quantité assez considérable d'acide toujours assez coûteux et fait perdre totalement le zinc et une petite quantité des métaux précieux qui passent en dissolution avec lui.

Avec le nouveau procédé, ces inconvénients seraient évités.

Le précipité est séché, mélangé avec du plomb et du charbon de bois, chauffé dans des cornues en graphite et distillé. S'il renferme du mercure, celui-ci passe tout d'abord à la distillation et peut être condensé séparément; le zinc distille ensuite et est condensé sous forme de gris de zinc pulvérulent, dans un état éminemment propre à une nouvelle précipitation.

De petites quantités de métal précieux passent aussi à la distillation et sont retenues par le gris de zinc recueilli, mais comme celui-ci est employé à nouveau pour la précipitation, on ne perd en définitive qu'une fraction négligeable de ces métaux précieux.

Le résidu de la distillation est fondu avec du plomb, après qu'on a eu soin d'y ajouter du minerai ferrugineux et de la silice en proportions convenables pour fournir une scorie très fluide et très fusible et de laquelle le culot de plomb aurifère puisse se séparer facilement. Ces conditions sont indispensables : d'abord pour ramasser tous les métaux précieux avec le plomb qui a été ajouté, ensuite pour être certain qu'aucune fraction de ce plomb ne restera adhérente à la scorie, ce qui ferait perdre tout le bénéfice du procédé. Les deux opé-

rations de fusion et de coupellation se font, d'ailleurs, successivement dans le four à coupeller et sans rompre charge, le culot de plomb étant en quelque sorte écrémé de sa scorie.

Des expériences ayant un caractère industriel ont été faites par M. Clevenger; elles ont porté sur un précipité renfermant 16,64 % d'or, 23,16 d'argent, 14,50 de zinc à l'état métallique et 10 % du même métal à l'état d'oxyde. Elles ont montré que pour obtenir la réduction complète de l'oxyde de zinc présent, il fallait employer un poids de charbon de bois très élevé, environ le quart de celui du précipité, et que de plus, il y a intérêt à porter aussi vite que possible la température très haut, 1300 degrés environ, bien que les premières vapeurs de zinc apparaissent vers 750 degrés. Dans ces conditions, on récupère jusqu'à 99,5 % du zinc total contenu.

Dans la pratique, il n'est cependant pas nécessaire de chercher à récupérer une proportion de zinc aussi élevée; le but qu'on se propose est en réalité de retrouver facilement le métal précieux, or l'addition d'une trop grande quantité de charbon donne à la distillation un résidu qui exige plus de fondant. De même, l'obtention de la température de 1300 degrés ne peut être réalisée que par une consommation plus élevée du combustible employé au chauffage de la cornue. En définitive, pour retrouver simplement un peu plus de zinc sans rien gagner du côté des métaux précieux, on augmente considérablement la dépense en combustible. L'expérience a montré qu'en se contentant de récupérer 90 % du zinc on est dans les conditions pratiques les plus favorables.

L'aspect de la substance qui reste dans la cornue est à peu près le même que celui du mélange qu'on y a introduit; une observation attentive montre cependant que les métaux précieux y sont rassemblés à l'état de petits nodules. La substance se verse comme du sable et n'a aucune tendance à s'agglomérer ni à adhérer aux parois de la cornue.

Quand celle-ci cesse d'être bonne pour l'usage, on la rince plusieurs fois, pendant qu'elle est encore chaude, avec du plomb fondu. On ramasse, de cette façon, les petites quantités du métal précieux qui éventuellement auraient pu rester adhérentes aux parois; ce plomb tenant or et argent est ajouté directement au plomb fondu qui est dans le four prêt à être coupellé.

Appareil universel de mesures géodésiques.

L'instrument décrit ci-dessous, dû à un Ingénieur russe, M. Hornstein, est destiné à l'évaluation des distances, hauteurs et altitudes de points inaccessibles; il permet, en effet, de trouver immédiatement

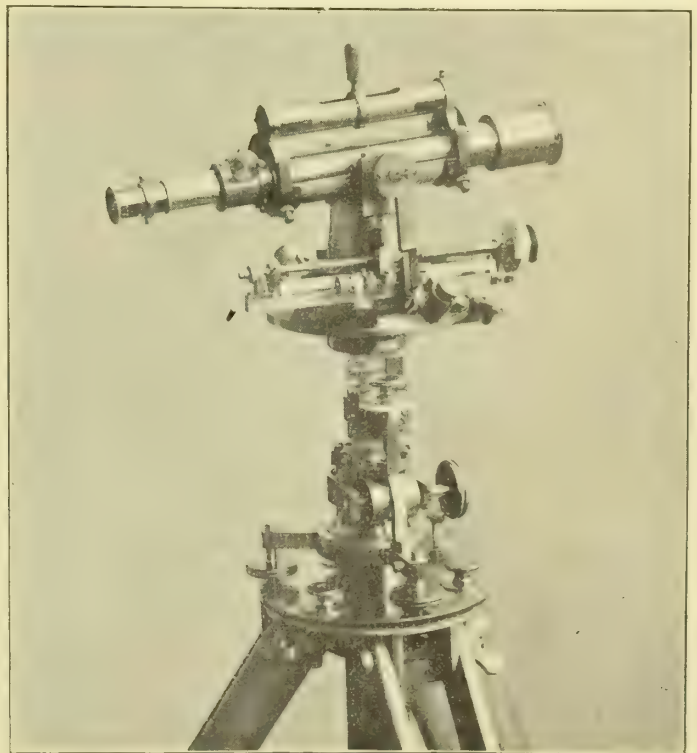


FIG. 1. — Vue d'ensemble de l'appareil Hornstein.

l'une quelconque de ces trois grandeurs par simple lecture. Cet appareil est une combinaison de la vis micrométrique avec un limbe gradué horizontal.

Les mesures géodésiques, dans les instruments tachéométriques usuels, offrent certaines difficultés : la mesure d'une distance à partir d'un point donné demande soit une base directement mesurée, et des

extrémités de laquelle on vise un repère (l'instrument devant être déplacé), ou bien l'on vise une échelle graduée à travers un réticule placé dans la lunette, ce qui n'est possible que si le point à viser est accessible. L'appareil Hornstein (fig. 4) évite ces inconvénients.

Comme l'indique le schéma (figure 2), l'instrument comprend une lunette F rigidement réunie au levier H perpendiculaire à son axe, et susceptible de tourner avec la lunette autour d'un axe horizontal O au moyen d'un chariot mû par une vis micrométrique. A une distance invariable l de l'axe de la lunette se trouve une échelle divisée horizontale M, permettant de repérer la position du levier H et, par là même, celle de la lunette. L'appareil tout entier est, grâce à un système de rouleaux à friction et de contrepoids, susceptible de déplacements verticaux qui sont lus sur une échelle verticale. D'autre part, il est mobile autour d'un axe vertical, et cette rotation se lit sur un limbe horizontal.

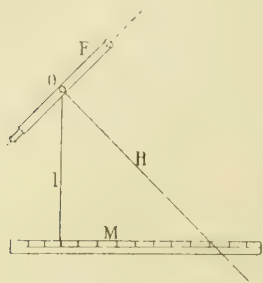


FIG. 2.

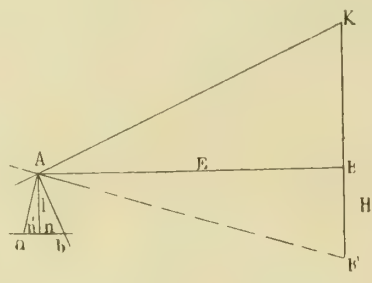


FIG. 4.

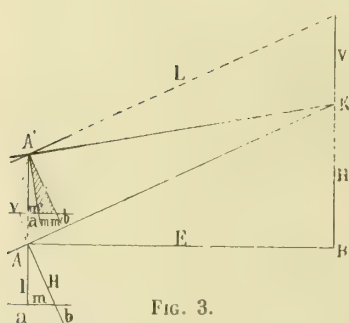


FIG. 3.

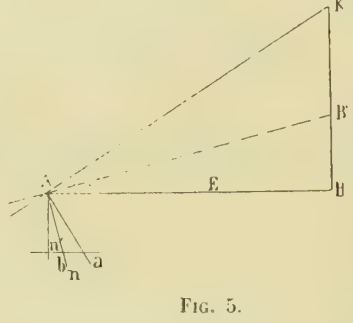


FIG. 5.

Emploi de l'appareil. — Nous indiquerons en premier lieu la mesure de la distance entre le point d'observation A et un autre point donné quelconque B (fig. 3). Soient A la position de l'appareil et AB la distance à mesurer au bout de laquelle existe un repère vertical BK, soit naturel, soit artificiel. On vise un point K du repère après avoir déterminé la hauteur l (fig. 2) au moyen d'un vernier; le levier H se déplace d'une grandeur m sur l'échelle horizontale. Le système tout entier est ensuite soulevé verticalement d'une quantité V quelconque, de façon à venir occuper la position A' représentée en pointillé (fig. 3). Visant à nouveau le point K, le levier H découpera sur l'échelle horizontale la distance m' . Or, les triangles AA'K et abA' (celui-ci hachuré sur la figure) étant semblables, on a :

$$\frac{E}{V} = \frac{l}{m - m'}, \quad \text{ou} \quad E = V \frac{l}{m - m'}.$$

Si, au lieu de procéder comme ci-dessus, on a soin, avec un appareil où $l = 10$ centimètres, de viser le point K, puis d'incliner la lunette d'un angle tel que le levier se déplace précisément de $\frac{1}{10}$ de millimètre sur l'échelle horizontale (c'est-à-dire $m - m' = 0,1$ millimètre) et de déplacer ensuite verticalement la lunette jusqu'à ramener l'image de K au centre du réticule, le facteur $\frac{l}{m - m'}$ sera égal à 1000, et $E = 1000 V$, c'est-à-dire que le nombre qui mesure la distance évaluée en mètres sera le même que celui qui mesure le déplacement vertical compté en millimètres.

Ce petit déplacement de $\frac{1}{10}$ de millimètre s'effectue au moyen d'une vis micrométrique dont la tête est munie de deux goupilles qui limitent la rotation exactement à la grandeur nécessaire. La vérification de l'instrument se fait en déterminant une longueur exactement connue d'avance. Le fait que, pour des distances croissantes, la longueur V lue sur l'instrument croît à son tour, permet d'évaluer toutes les distances avec la même précision relative.

Pour la mesure des hauteurs (fig. 3), la similitude des triangles rectangles ABK et Aab, ce dernier non hachuré à la partie inférieure de la figure 3, donne l'équation :

$$\frac{H}{E} = \frac{m}{l} \quad \text{ou} \quad H = E \frac{m}{l}.$$

E étant donné, H est également connu.

Nous considérerons à l'aide des figures 4 et 5 le cas où le point B ne peut être pris sur l'horizontale de l'axe de rotation de la lunette.

Dans ces deux cas, après avoir visé successivement K et B', on lira

les distances n et n' parcourues dans ces deux positions par le levier sur l'échelle horizontale; alors la similitude des triangles AB'K et Aab donnera (fig. 4) la proportion $\frac{E}{H} = \frac{l}{n + n'}$ ou, dans le cas de la figure 5, la proportion

$$\frac{E}{H} = \frac{l}{n - n'}.$$

$$\text{D'où :} \quad H = E \frac{n + n'}{l}, \quad \text{ou :} \quad H = E \frac{n - n'}{l}.$$

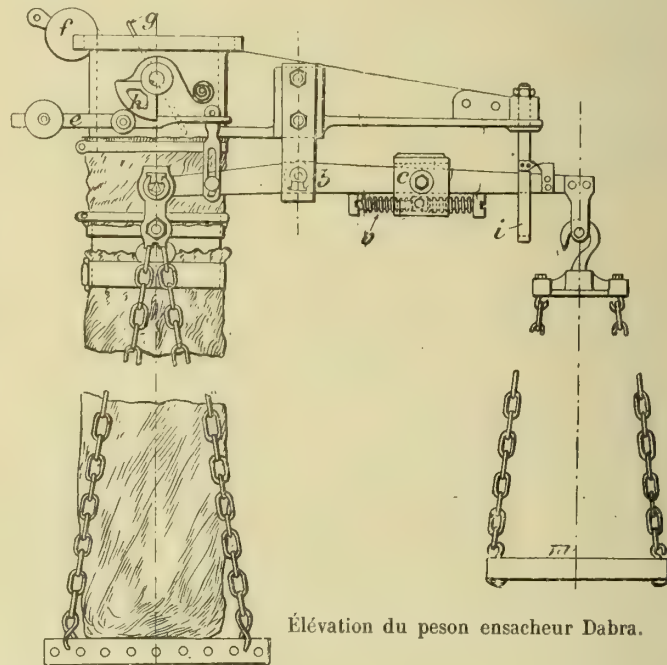
Ce tachéomètre, par la simplicité de son emploi, peut rendre des services aussi bien dans les travaux publics, surtout aux colonies, que dans les travaux de géodésie stratégique, où la rapidité des opérations est indispensable.

Peson ensacheur, système Dabra.

Nous avons décrit dernièrement (1) d'après l'Engineer un ensacheur automatique qui vient d'être appliqué, en Angleterre, à l'ensachage du ciment. Ce système d'appareil n'est pas nouveau en France et nous pouvons signaler, à ce propos, le peson ensacheur Dabra, construit par la maison Dalbouse fils et Brachet, et admis au poinçonnage par l'État.

L'appareil consiste essentiellement en une valve de fermeture g dont le mouvement est commandé, pour l'ouverture, par un levier à contrepoids f que soulève l'ouvrier et, pour la fermeture, par un deuxième levier à contrepoids e dont le déclenchement est produit automatiquement par les divers organes accessoires d'une balance au moment où le poids de la matière à ensacher qu'on s'est fixé est atteint.

A cet effet, le fléau b de la balance est en forme de fourche du côté



Élévation du peson ensacheur Dabra.

du sac et porte une bielle articulée qui tire vers le bas le grand bras du levier e quand le bras du fléau s'abaisse. Grâce à une encoche que porte ce levier, ce mouvement dégage la came h et la valve est rabattue horizontalement par l'action du contrepoids f calé sur le même arbre que la valve et la came h .

Les bras de levier du fléau sont dans le rapport de 1 à 2; il suffit donc de mettre dans le plateau m des poids marqués représentant la moitié du poids de la quantité de matière à ensacher. Un contrepoids mobile c manœuvré par une vis v au moyen d'une clef spéciale agissant en bout, de façon à empêcher tout dérèglement, permet d'établir l'équilibre du fléau à vide. L'ouvrier est averti de la fin de l'ensachage par la position basse du levier f ; le relèvement de ce levier est la seule manœuvre qu'il ait à faire pour procéder à un nouvel ensachage.

Une photographie de dimensions exceptionnelles.

A l'Exposition de Saint-Louis, entre mille objets extraordinaires de tous genres qui sollicitent la curiosité du visiteur, on peut citer la photographie panoramique du golfe de Naples, exposée par une Société photographique de Berlin, et dont les dimensions atteignent 12 mètres de longueur sur 1 m 50 de hauteur.

Du point le plus élevé des environs, le château S. Marino, où ont été pris les clichés, la ville et le golfe s'étalent devant le spectateur, dont le regard embrasse un horizon qui s'étend depuis le Vésuve jusqu'à Capri.

(1) Voir le Génie Civil, t. XLV, n° 26, p. 333.

Les curieuses photographies que nous reproduisons ci-dessous permettent de se rendre compte du travail qu'a nécessité le tirage de

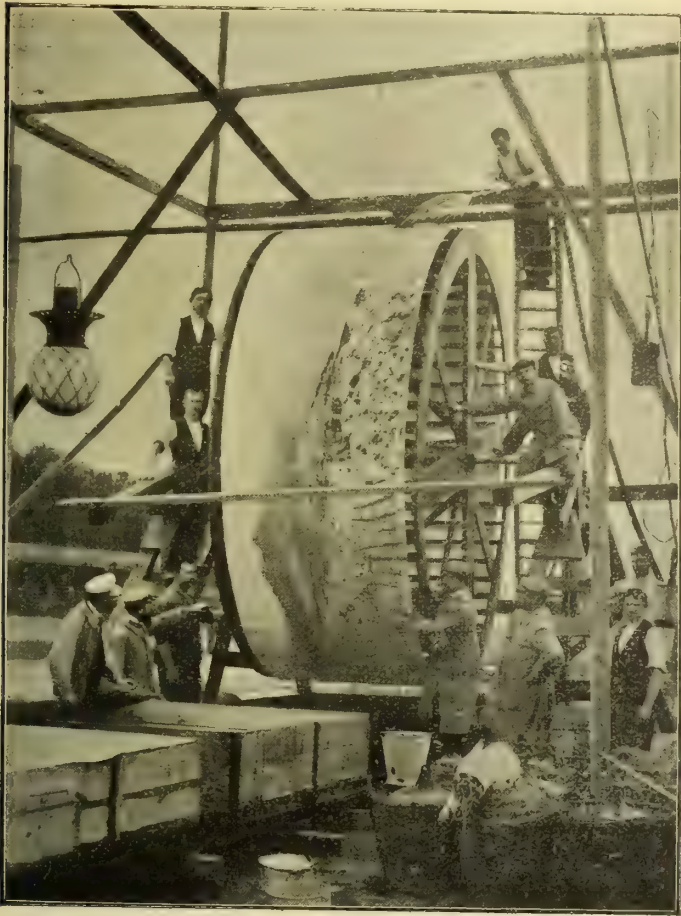


FIG. 1. — Développement de l'épreuve.

cette épreuve exceptionnelle, obtenue en agrandissant, sur une feuille immense, six clichés 21×27 .

De chacun de ces clichés on a pris directement, sur papier au gélatinobromure d'argent, un agrandissement de 2 mètres sur $1^m 50$, au moyen d'une lanterne spéciale.

Cette reproduction des six clichés et leur juxtaposition pour obtenir un ensemble uniforme et continu a déjà présenté certaines difficultés, d'autant plus que chaque plaque demandait un temps de pose différent.

Ce travail a pourtant été mené à bien, de telle façon qu'il n'est pas possible de découvrir les lignes de raccordement. La pose a varié, pour les différentes plaques, entre une demi-heure et une heure et quart.

La bande de papier, de $1^m 50$ de largeur, comme nous l'avons dit, a été montée sur un tambour cylindrique en bois de 4 mètres de diamètre et de $1^m 75$ de largeur, avec quatre-vingt-dix barreaux pour soutenir le papier (fig. 1 et 3).

Trois réservoirs mobiles sur roues, et de 2 mètres cubes de capacité, furent employés pour le développement et le fixage, chacun d'eux étant destiné à un bain particulier.

Enfin, le lavage a été effectué dans une grande cuve rectangulaire de 15 mètres de longueur sur 2 mètres de largeur et $0^m 75$ de profondeur, ce qui représente une capacité de $13^m^3 5$.

Les grandes dimensions de la roue et de la feuille ne permettaient pas de procéder dans un espace clos; aussi le travail s'effectua-t-il à ciel ouvert, pendant la nuit.

La feuille impressionnée, protégée par une couverture extérieure, fut disposée sur le tambour, et on mit ce dernier en mouvement, de façon à faire plonger la bande tendue dans le bain; le développement s'effectua avec le secours des artifices employés en pareille circonstance: renforcement des parties faibles au moyen d'éponges imbibées d'un liquide approprié, et affaiblissements de la même façon.

Quand, par arrosage au moyen de pompes à main, l'épreuve eut été



FIG. 2. — Retouche de l'épreuve.

amenée à un certain degré de développement, on la fit plonger dans le bain pendant une vingtaine de minutes; puis, après un lavage soigné, on la laissa durant trois quarts d'heure dans la solution de fixage. On

procéda enfin à un dernier lavage, d'abord en cuve, puis à l'eau courante; ce lavage ne consomma pas moins de 300 mètres cubes d'eau.

Il restait à sécher l'épreuve, ce qui fut réalisé en la soulevant du fond de la cuve à eau et en la faisant reposer sur des tringles de bois; après une dizaine d'heures d'exposition à l'air, l'épreuve était complètement sèche et prête pour la retouche.

Grâce aux précautions prises pour opérer le tirage, cette retouche (fig. 2) fut à peine plus compliquée que dans les cas ordinaires, et ne laissa aucune trace apparente sur l'épreuve.

Plusieurs épreuves furent tirées de

cette façon; l'une d'elles a été exposée au Salon de l'Association des photographes allemands; une autre a été envoyée à l'Exposition de Saint-Louis.

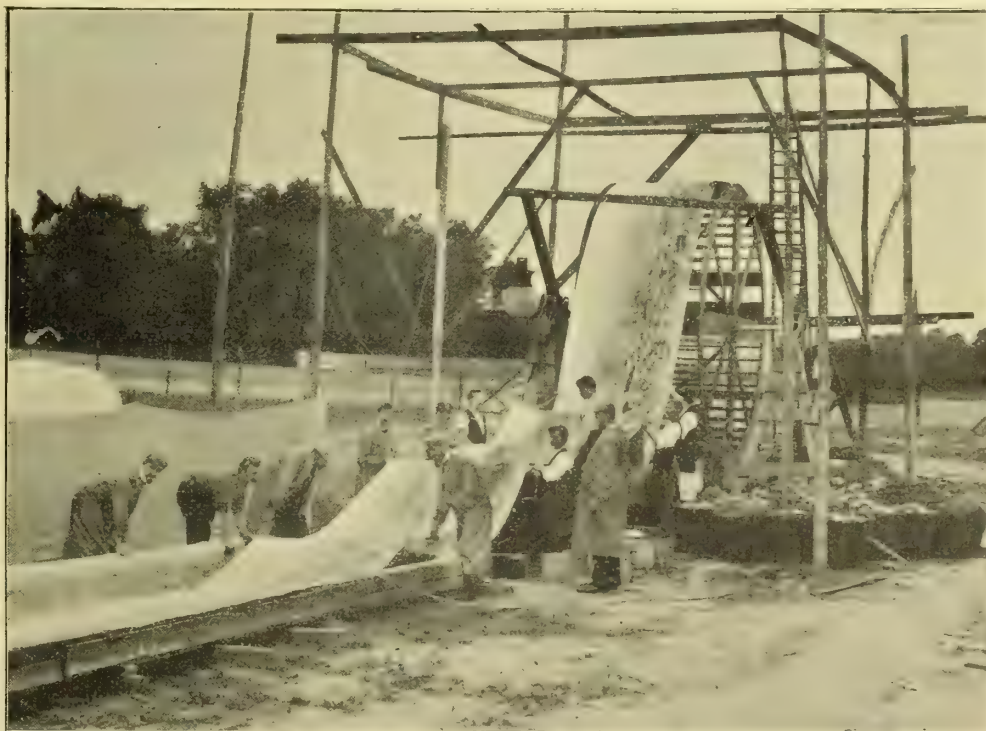


FIG. 3. — Lavage de l'épreuve.

SOCIÉTÉS SAVANTES ET INDUSTRIELLES

Société des Ingénieurs civils.

Séance du 7 octobre 1904.

Présidence de M. H. COURNOT, Président.

M. LE PRÉSIDENT annonce la création, grâce aux libéralités des fondateurs, de deux prix : le prix G. Canet (sexennal) comprenant une somme de 6 000 francs et une médaille d'or : la première sera décernée à toute personne de nationalité française qui aura, dans la période sexennale correspondante, contribué à faire progresser la question de recrutement des Ingénieurs de l'État, dans le sens de la liberté et sans distinction d'origine ; la médaille sera distribuée, entre les membres de la Société, dans des conditions fixées par le jury, l'année où devra être décerné ce prix ;

Le prix Hildevert Hersent (quinquennal), consistant en une médaille d'or, décerné à un mémoire original inédit, rédigé par un membre de la Société, sur les procédés nouveaux appliqués dans les travaux de fondation d'ouvrages maritimes et de grands ouvrages fluviaux tels que : murs de quais, bassins de radoub, jetées, digues à la mer, dragages, dérochements, etc.

M. A. TELLIER présente une communication sur les *Canots automobiles à grande vitesse*, en ce moment à l'ordre du jour.

Jusqu'ici, les plus gros moteurs à pétrole marchant industriellement dans des bateaux ne dépassent guère 150 chevaux. Il reste donc encore de grands progrès à réaliser dans cette branche spéciale de la navigation.

M. Tellier a pensé qu'il serait intéressant de publier les résultats d'essais qu'il a effectués depuis trois ans avec différents bateaux rapides : *Lutèce*, la *Rapée II*, la *Rapée III*, *Princesse-Élisabeth*, *Titan II*, *Hotchkiss* et *Pertuisane*, actionnés par des moteurs à pétrole à grande vitesse.

Ces résultats démontrent qu'il est possible de faire atteindre à de petits bateaux des vitesses impossibles à réaliser il y a seulement deux ans ; ceci n'a été obtenu que grâce au faible poids spécifique du moteur à explosions.

Les vitesses obtenues actuellement ont conduit à une modification profonde dans le tracé des formes de ces bateaux, qui ne ressemblent en aucun point à celles des meilleurs bateaux extra-rapides à vapeur ; ces formes permettent d'obtenir des utilisations excellentes et de les conserver même aux vitesses extrêmes.

La maîtresse section est aux trois quarts à l'arrière, et dans certains bateaux presque complètement à l'arrière. C'est là une conception toute différente de ce qui se fait ordinairement et qui ne s'applique pas, tout au moins pour le moment, aux grands bateaux.

Le nombre de tours élevé des moteurs à explosions a nécessité une étude minutieuse des hélices, et les travaux de MM. Normand et Drzewiecky sur les propulseurs hélicoïdaux ont été d'une grande utilité pour l'étude préliminaire de ces petites hélices à nombre de tours élevé.

La construction de ces coques a profité des études faites sur celle des racers à voiles employés il y a quelques années et appelés bulb-keel.

Ces bateaux, avec les vitesses énormes obtenues comparativement à leur taille, ne se comportent plus du tout comme des bateaux ordinaires ; ils ne divisent plus l'eau, mais planent à la surface ; ils s'acheminent en somme vers l'hydroplane, et ce sera peut-être là le moyen pratique et sans danger de lancer un aéroplane.

MM. DUCHESNE, DAYMARD et HART prennent part à la discussion sur les formes à donner à ces bateaux et à d'autres plus importants, quand on en construira.

M. C. BIRAULT, dans une communication sur les *Flexions des parois dans les tuyaux de grand diamètre*, se propose d'étudier les effets de forces déformatrices généralement négligées dans les calculs des conduites forcées, et qui ne sauraient plus l'être maintenant sans témérité avec les très grands diamètres que l'on adopte fréquemment pour ces conduites.

Les utilisations de la houille blanche prennent de jour en jour un essor plus considérable et, depuis une vingtaine d'années à peine, pour la seule

région des Alpes, 150 000 chevaux hydrauliques sont déjà utilisés.

Il convient donc d'étudier avec un soin particulier la théorie des conduites forcées qu'on emploie dans ces installations.

Les forces qui tendent à altérer la forme circulaire primitive de la section se réduisent généralement à deux dans la pratique : le poids propre des parois et le poids du liquide contenu. Elles tendent à ovaliser les conduites en les aplatissant contre les fondations résistantes sur lesquelles elles s'appuient. Par suite des flexions qu'elles produisent dans les parois, elles peuvent déterminer des fatigues plus grandes que celles qui sont dues à la pression du liquide.

M. BIRAULT cite le cas d'une conduite qui s'est aplatie complètement, lors d'une vidange brusque provoquée par la rupture d'un joint de dilatation. Il en était résulté un vide relatif dans la conduite qui n'avait pu résister ensuite à l'action de la pression atmosphérique extérieure. Il y a évidemment là un concours de circonstances accidentelles faciles à éviter, mais l'action de la pression atmosphérique n'aurait pas eu d'effet, sans une ovalisation initiale qui peut être attribuée aux forces déformatrices signalées.

La période de remplissage est la période délicate, car la pression intérieure tend ensuite à réduire les ovalisations. Lors de la mise en charge de la conduite de 2^m 50 de diamètre et de 1 000 mètres de longueur de l'usine des Clavaux, dans l'Isère, on a observé ainsi des ovalisations très importantes auxquelles il a fallu remédier par une augmentation des surfaces d'appui des supports en maçonnerie, et par des armatures transversales s'opposant aux déformations de la canalisation.

Enfin, M. BIRAULT examine les dispositions employées pour la canalisation de 3^m 30 de diamètre et 4 700 mètres de longueur de l'usine (1) de la Société hydro-électrique de Fure et Morge, à Champ (Isère).

Passant ensuite à l'examen des différents modes d'appuis utilisés en pratique, il indique la loi générale de proportionnalité des moments fléchissants sous l'action du poids propre des parois et du poids du liquide contenu. Une analyse détaillée montre que cette loi demeure rigoureuse, quelle que soit la disposition des appuis. Il en résulte une très grande simplification dans les formules, puisque les deux groupes de forces déformatrices, poids des parois et poids du liquide, donnent des moments fléchissants qui varient suivant la même loi et peuvent se traduire par une même fonction trigonométrique de l'angle au centre définissant dans le cercle la position d'un point quelconque de la paroi.

En reprenant ces calculs par une méthode différente, M. Duplaix, professeur à l'École Centrale, a retrouvé la même loi de proportionnalité pour les efforts tranchants en chaque point de la paroi.

M. BIRAULT montre quelles sont les conclusions à tirer de ces recherches, au point de vue pratique, notamment pour la position des rivures longitudinales dans les conduites en tôle et pour le choix des meilleures dispositions à adopter pour les armatures. Enfin il indique l'utilité que peuvent présenter ces formules pour le calcul du travail des tôles dans les chaudières à vapeur.

M. P. BODIN signale l'intérêt qu'il y aurait à poursuivre cette étude pour des pressions d'eau s'exerçant de l'extérieur vers l'intérieur.

M. BIRAULT répond qu'il a étudié ce cas, pour lequel il a établi des formules analogues à celles qui viennent d'être exposées. Ce problème présente, en ce moment même, un intérêt tout particulier, en raison des travaux à l'étude pour la traversée sous la Seine des nouvelles lignes du chemin de fer métropolitain.

A. B.

Académie des Sciences.

Séance du 10 octobre 1904.

Chimie minérale. — *Sur les températures de transformation des aciers.* — Note de MM. Georges CHARPY et Louis GRENET, présentée par M. Henri Moissan.

L'étude de la variation des différentes propriétés physiques des aciers, en fonction de la température, permet de constater les transformations que subis-

sent ces métaux et de déterminer les températures auxquelles elles se produisent.

Dans cet ordre d'idées, trois séries relativement étendues ont été effectuées, dans ces derniers temps, sur les aciers au carbone : M. Boudouard a étudié la résistance électrique ; M. Belloc, la thermo-électricité ; MM. Charpy et Grenet, la dilatation.

Les auteurs de cette note se sont proposé de comparer ces trois méthodes et, pour donner plus de poids à cette comparaison, ils ont refait leurs mesures sur quelques-uns des métaux mêmes qui avaient été employés par MM. Belloc et Boudouard.

Ils présentent des tableaux qui donnent le résultat de cette comparaison et d'après lesquels on peut conclure que :

1^o Les résultats fournis par la méthode thermo-électrique et la méthode dilatométrique ne présentent pas de corrélation bien nette, sauf pour l'acier doux ;

2^o Les résultats fournis par la méthode de la résistance électrique et la méthode dilatométrique concordent très sensiblement qualitativement et même quantitativement dans les limites de précision des mesures.

Énergétique biologique. — *La discontinuité des travaux extérieurs des muscles, comparée à la discontinuité de leurs travaux intérieurs, au point de vue de la dépense d'énergie qu'entraîne la contraction*, par M. A. CHAUVÉAU.

M. Chauveau ajoute aux conclusions qui ont déjà fait l'objet d'une note précédente (1) les résultats suivants :

L'économie de la dépense du travail extérieur qui s'accroît par accroissement du parcours de la charge, sur celle du travail qui s'accroît par accroissement de la charge elle-même, est incomparablement plus grande dans le cas où le travail intérieur de la contraction musculaire est continu et ainsi soustrait aux mises en train répétées du travail intérieur discontinu.

On en conclut que, pour rendre aussi peu onéreuse que possible la discontinuité nécessaire du travail intérieur des muscles chargés d'un travail extérieur simple, moteur ou résistant, il convient de restreindre le nombre des mises en train de ces muscles en donnant aux déplacements des rayons osseux la plus grande amplitude possible.

Géologie. — *Nouvelles observations géologiques sur les nappes de la région du Brenner.* Note de M. Pierre TERMIER, présentée par M. Albert Gaudry.

Il résulte, d'observations nouvelles et récentes de l'auteur, que la structure en paquet de nappes de tout le Tyrol septentrional, au nord de Sterzing, est un fait démontré sans qu'il soit besoin de faire d'hypothèse, ni sur l'âge des schistes lustrés, ni sur la complexité de la Schieferhülle. M. Termier pense que la région du Brenner, dont l'accès est si facile et dont la tectonique lui semble si claire, sera, d'ici à peu d'années, le plus classique des pays de nappes.

Optique photographique. — *Photographies en couleurs obtenues par la méthode interférentielle sans miroir de mercure.* Note de M. E. ROTHÉ, présentée par M. Lippmann.

Lorsqu'on regarde par réflexion la photographie d'un spectre obtenue par la méthode de M. Lippmann, on constate que les deux faces de la plaque ne présentent pas les mêmes teintes. Du côté verre on voit les couleurs du spectre fidèlement reproduites, du côté gélatine des teintes très différentes, quelquefois à peu près complémentaires des premières.

Cette différence et quelques autres faits ont amené M. Rothé à penser qu'entre la gélatine et le mercure tout l'air n'a pas été chassé et qu'il doit en subsister une mince couche. Cette couche est trop mince pour que l'épaisseur traversée introduise une différence de marche appréciable, mais sa présence peut néanmoins causer une réflexion sur la surface de séparation gélatine-air avec une différence de phase déterminée. Il y aurait alors, outre la réflexion sur le miroir de mercure, une réflexion sur l'air. S'il en est ainsi, on doit pouvoir obtenir, pour des poses prolongées, des photographies en couleurs par réflexion de la lumière sur la surface gélatine-air seulement.

C'est ce que les expériences de l'auteur ont confirmé.

Les photographies qu'il communique à l'Académie

(1) Voir le *Génie Civil*, t. XLV, n° 24, p. 398. (Comptes rendus de l'Académie des Sciences.)

(1) Voir le *Génie Civil*, t. XLII, n° 3, p. 39.

(spectres, perroquets, houx, oiseau, bouquets) ont été obtenues par la méthode interférentielle de M. Lippmann, mais avec cette seule différence que l'auteur a supprimé le miroir de mercure et utilisé seulement, comme surface réfléchissante, la surface de séparation gélatine-air.

Il suffit de placer dans un appareil quelconque, la face verre tournée vers l'objet, une plaque transparente au gélatino-bromure préparée d'après les indications de M. Lippmann. Comme pour les photographies interférentielles ordinaires, la pose est très variable et assez longue. On peut la réduire à quelques minutes en traitant les plaques avant l'usage par une solution alcoolique d'azotate d'argent. L'acide pyrogallique paraît être le révélateur le mieux approprié.

La façon même dont ces photographies sont obtenues explique pourquoi elles offrent un éclat moins vif que les épreuves de M. Lippmann. Les couleurs sont pourtant bien visibles et l'auteur pense que ces épreuves pourront être perfectionnées notablement entre les mains des praticiens. En tous cas, elles présentent l'avantage de pouvoir être obtenues sans matériel spécial, dans un appareil quelconque; elles sont déjà suffisantes pour servir à des démonstrations et elles sont en outre à la portée des amateurs.

Toutes les teintes les plus diverses, depuis l'orangé jusqu'au violet, sont fidèlement reproduites. Pour l'instant, il est plus difficile d'obtenir le rouge vif en vraie valeur. Il n'apparaît quelquefois, surtout après renforcement, qu'avec une teinte orangée.

A. B.

BIBLIOGRAPHIE

Ouvrages récemment parus.

Traité théorique et pratique de la résistance des matériaux appliquée au béton armé et au ciment armé, par MM. DE TEDESCO et A. MAUREL. — Un volume in 8° de 640 pages, avec 199 figures dans le texte. — Ch. Béranger, éditeur, Paris, 1904. — Prix : relié, 25 francs.

L'ouvrage que viennent de publier MM. de Tedesco et Maurel, sur le béton et le ciment armé, mérite d'appeler l'attention des Ingénieurs qui s'occupent plus spécialement de cette question, aujourd'hui si à l'ordre du jour. En effet, les auteurs ne se sont pas bornés à proposer leur méthode de calcul; ils ont donné une véritable encyclopédie de toutes les connaissances théoriques acquises dans le domaine du ciment.

L'ouvrage se divise en deux parties. Dans la première, les auteurs donnent d'abord des détails très circonstanciés sur les propriétés du béton non armé et du ciment armé, principalement en ce qui concerne leurs propriétés mécaniques. Ils passent en revue les diverses expériences relatives à la recherche du coefficient d'activité du béton. Puis, examinant les différentes méthodes de calcul connues jusqu'à ce jour (théorie Coignet, Christophle, Lefort, Résal, Harel de la Noë, Ritter, Melan, Von Emperger) les auteurs donnent de nombreuses applications de ces méthodes, afin d'en faciliter l'intelligence.

MM. de Tedesco et Maurel s'étendent ensuite longuement sur la théorie de M. Considère et résument les différentes notes présentées par ce dernier, soit dans le *Génie Civil* (1), soit à l'Académie des Sciences, soit à divers Congrès des méthodes d'essais des matériaux. M. Considère, comme on sait, a démontré que les agglomérants de ciment peuvent supporter, dans les pièces armées, des allongements vingt fois supérieurs à ceux qu'ils peuvent supporter, sans rupture, dans les pièces non armées. Il admet donc la possibilité de faire travailler le béton armé à la traction, tout au moins jusqu'à une certaine limite qu'il fixe.

Cette première partie se termine par le rappel d'un certain nombre de méthodes de calcul semi-empiriques, notamment la méthode Hennebique.

La seconde partie est la plus intéressante et résume les idées et les études personnelles des auteurs. Reprenant les théories de M. Considère qu'ils prennent comme base de leur travail, ils établissent, tout d'abord, des formules générales qui permettent d'appliquer au béton tendu telle résistance qu'on voudra et, même, d'annuler celle-ci, en admettant que les barres seules résistent à l'effort de traction,

suivant la tendance de certains Ingénieurs. Un grand nombre d'applications facilitent l'intelligence de ces formules générales.

L'application de ces formules présentant, cependant, une certaine complication et, surtout, n'étant pas d'un usage commode pour la détermination des dimensions les plus avantageuses à donner à une dalle, à une poutre simple ou à nervure, MM. de Tedesco et Maurel ont cherché à simplifier ces formules et à obtenir des expressions simples du moment de résistance, en choisissant des valeurs numériques convenables répondant aux paramètres des équations générales précédentes. Ces coefficients numériques, qui sont inspirés par l'expérience des travaux en ciment armé et s'appliquent à un coefficient de sécurité donné, permettent d'obtenir les trois expressions simples suivantes du moment de résistance :

$M = Ksh$, relative aux dalles ;

$M = (KS + K's)h$, relatives aux poutres rectangulaires ;

$M = K'sh$, relative aux planchers nervurés.

S = Section totale du béton, comprimé et tendu.

s = Section totale des armatures tendues.

h = Hauteur de la pièce.

K et K' coefficients numériques.

Grâce à ces trois formules et aux coefficients numériques donnés dans l'ouvrage, il est alors facile de déterminer rapidement les dimensions les plus convenables d'un projet, quitte à en vérifier ensuite les détails au moyen des formules générales. De nombreuses applications facilitent, du reste, l'emploi de ces formules.

L'ouvrage se termine par un appendice contenant des renseignements fort intéressants, notamment sur différents essais de rupture de poutres en béton armé, et sur le béton fretté, système Considère.

Par suite du développement donné dans l'ouvrage aux diverses méthodes de calcul, il sera facile à l'Ingénieur de choisir, en connaissance de cause, la méthode à laquelle il croit devoir donner la préférence et, même, d'en déduire d'autres pouvant mieux satisfaire ses tendances et ses idées. C'est, en résumé, ce qui fait l'originalité de l'ouvrage de MM. de Tedesco et Maurel et le rend d'une utilité incontestable pour tous les Ingénieurs qui s'occupent de béton armé.

R. B.

L'Ozone et ses applications industrielles, par H. DE LA COUX, Ingénieur-chimiste, Inspecteur de l'enseignement technique au Ministère du Commerce. — Un volume grand in-8°, de 557 pages, avec 159 figures. — V^e Ch. Dunod, éditeur, Paris, 1904. — Prix, broché : 15 francs; cartonné : 16 fr. 50.

Dans cet ouvrage, M. de la Coux, après avoir fait connaître l'ozone, son rôle physiologique et thérapeutique, étudie ses méthodes de préparation, en s'arrêtant aux considérations qui influent sur le rendement, conformément aux principes économiques; il étudie également les nouveaux générateurs industriels d'ozone.

La production de l'ozone, jusqu'à aujourd'hui, peut être réalisée au moyen des oxydations lentes, de la chaleur, des sels radioactifs, par des procédés chimiques (bioxyde de baryum, permanganate de potasse, etc.) ou électro-chimiques (électrolyse de diverses solutions); enfin par la décharge électrique.

Ce dernier procédé a donné lieu à des applications industrielles importantes, et M. de la Coux a décrit en détail les ozoneurs à diélectriques, fixes ou rotatifs, et les ozoneurs sans diélectriques.

Des actions remarquables au point de vue chimique sont exercées par l'ozone; certaines d'entre elles, que signale l'auteur, sont utilisées dans la préparation des produits particuliers. L'ozone agit énergiquement sur les microbes; la stérilisation de l'eau, de l'air et des matières diverses en sont la conséquence. Chacun de ces sujets, notamment les procédés et les installations de stérilisation des eaux, a été l'objet d'un développement spécial. Vient ensuite le rôle de l'ozone dans le traitement des eaux-de-vie, des spiritueux, des vins, dans la fabrication du vinaigre, en brasserie, en cidrerie, en distillerie et en sucrerie.

L'emploi de l'ozone pour le blanchiment des fibres textiles, tissus, pâtes à papier, pailles, cires, os, plumes, est également étudié, de même que son utilisation en amidonnerie, en féculerie et dans les fabriques de dextrine, d'huiles, de graisses, de savons, de vernis, de laques et de dégras, dans la préparation des parfums et des matières colorantes et en teinturerie, etc.

L'auteur examine ensuite l'action de l'ozone en sériciculture, dans le vieillissement des bois, en blanchisserie, dans la désinfection et la stérilisation du linge et des tissus, en photographie et dans d'autres applications. Enfin, la question des analyses, si utiles pour le contrôle des opérations, a été traitée en détail au point de vue qualitatif et quantitatif.

La Réglementation du travail dans l'industrie, par M. Louis BOUQUET, Directeur au Ministère du Commerce et de l'Industrie. 5^e édition, entièrement refondue et mise à jour, par M. Paul Razous, ancien Inspecteur du travail. — Un volume in-8° de 410 pages. — Berger-Levrault et C^e, éditeurs, 5, rue des Beaux-Arts, Paris. — Prix : 6 francs.

Dans cette nouvelle édition, le plan de l'ouvrage primitif de M. Louis Bouquet a été entièrement remanié. Il eût été en effet difficile d'exposer un sujet aussi complexe en continuant à présenter les lois dans leur ordre chronologique et en commentant successivement leurs articles. Ces lois se sont succédées en si grand nombre dans ces dernières années et les mêmes matières s'y trouvent tellement disséminées qu'il a été jugé préférable, pour la clarté, de grouper en quelques grandes divisions les dispositions d'ordres divers qui constituent, à l'heure actuelle, l'ensemble de la réglementation du travail.

Depuis le 1^{er} avril 1904, les dispositions de la loi du 30 mars 1900 sur la durée du travail journalier dans les établissements industriels qui occupent dans les mêmes locaux des enfants ou des femmes et des hommes adultes, sont entrées en vigueur. La durée de ce travail est fixée actuellement à dix heures. En raison des nécessités industrielles, de nombreuses exceptions et tolérances ont été édictées. Ces exceptions et tolérances sont indiquées avec soin dans cet ouvrage qui, pour cette raison, intéressera à la fois les chefs d'industrie, les commerçants, les magistrats et les avocats. Ils trouveront dans ce même ouvrage la jurisprudence en matière de réglementation du travail, avec les références pour le texte des arrêts et des jugements, soit au Dalloz, soit aux Bulletins de l'Inspection du travail.

Outre l'étude des prescriptions visant le travail industriel, l'ouvrage de MM. Bouquet et Razous commente les prescriptions d'hygiène et de sécurité dans les établissements de commerce ainsi que la loi sur les magasins, dite loi des sièges.

L'ouvrage se termine par le texte même des lois, décrets et arrêtés sur la réglementation du travail.

Les Carburateurs, par Lucien PÉRISSE, Ingénieur des Arts et Manufactures. Un volume petit in-8° de 173 pages, avec 16 figures (*Encyclopédie scientifique des Aide-Mémoire*). — Gauthier-Villars éditeur, Paris, 1904. — Prix : broché, 2 fr. 50 cartonné, 3 francs.

Les progrès remarquables des automobiles mues par des moteurs à explosion ont engagé M. Périsse à publier une étude sur les carburateurs.

Ces appareils sont arrivés à un degré de développement qu'il importait de fixer tout en donnant aux Ingénieurs les éléments nécessaires pour l'établissement de nouveaux types; c'est ce double but que s'est proposé l'auteur.

Dans la première partie de l'ouvrage ont été relatés, résumés et commentés tous les travaux théoriques les plus récents sur la carburation, les carburants et les carburateurs, notamment ceux de MM. Krebs, Sorel, Walker, Lumet, etc.

Dans la seconde, l'auteur a étudié successivement les flotteurs, les gicleurs, les entrées d'air, le réchauffage, la chambre de mélange et les dispositions adoptées pour les tubulures d'admission.

Enfin la dernière partie comprend la monographie de divers carburateurs appartenant à deux catégories : ceux qui utilisent l'essence et sont de simples mélangeurs, les autres qui sont constitués comme vaporisateurs pour utiliser l'alcool et le pétrole.

Almanach de la Société des Agriculteurs de France pour 1905 (15^e année). — Une brochure in-16 de 160 pages. — Armand Colin, éditeur, Paris, 1904. — Prix : 0 fr. 25.

Ce petit almanach contient, comme ceux des années précédentes, les résultats les plus pratiques obtenus en agriculture et le résumé des expériences faites récemment.

(1) Voir le *Génie Civil*, t. XXXIV, nos 44, 45, 46, 47 et 24, et t. XLII, nos 4, 2, 3, 4, 5, 6 et 9.

Les irrigations en Égypte, par Julien BAROIS, Ingénieur en Chef des Ponts et Chaussées, Directeur français des Chemins de fer de l'État égyptien. — Un volume in-4° de 384 pages, avec 70 figures et 16 planches hors texte. — Béranger, éditeur, Paris, 1904. — Prix : 30 francs.

Dans cet important ouvrage, M. J. Barois, mettant à profit la compétence et les facilités d'information que lui assurait sa situation particulière, a voulu exposer, en grand détail, les méthodes suivies et les travaux réalisés pour l'irrigation du sol de l'Égypte, au point de vue des enseignements généraux que l'on en peut retirer, laissant de côté les particularités et les polémiques dont l'intérêt était purement local. Les procédés appliqués en Égypte peuvent, en effet, rendre de grands services dans les colonies françaises.

Sans remonter aux travaux hydrauliques des anciens, dont il ne subsiste que peu de chose, et sur lesquels les bas-reliefs et les hiéroglyphes même nous renseignent à peine, l'auteur s'est attaché à l'étude des transformations du régime des irrigations à partir de la campagne d'Égypte, transformations à qu'on peut classer en trois périodes :

La première, sous le règne de Mehemet-Ali, est marquée par la création d'un important réseau de canaux dans la Basse-Égypte, par la construction du barrage du Delta, sur le Nil (¹), etc. C'est l'époque d'un immense effort accompli sous l'impulsion des Ingénieurs français Mougé et Linant de Bellefonds, qui a entraîné une rapide extension de la culture du coton.

La deuxième période, principalement sous le règne d'Ismail, a donné à la moyenne Égypte le grand canal Ibrahimieh; elle correspond à un accroissement de la culture de la canne à sucre et à l'établissement d'une grande industrie sucrière. Le rôle des Ingénieurs français a été ici encore très important, bien que l'inertie des indigènes ait souvent empêché les questions d'aboutir.

La troisième période commence en 1884, lorsque les Ingénieurs anglais prennent en mains les travaux publics, non plus en conseillers, mais en maîtres obéis. Le barrage du Delta, œuvre de Mougé, est achevé et consolidé, l'eau du Nil est emmagasinée à Assiout et à Assouan (²), le régime des canaux est amélioré, les travaux de drainage activés, la distribution des eaux réglementée, la corvée supprimée et l'entretien de tout le réseau assuré.

Cette période contemporaine est remarquable par l'extension constante des cultures de coton et de canne à sucre qui font la fortune de l'Égypte et par une énorme augmentation de la valeur du sol.

M. Barois, après une description générale géographique, économique, topographique et climatologique de l'Égypte, passe en revue les procédés d'irrigation et le réseau de canaux, étudie le drainage des terres; puis il aborde les méthodes d'élévation mécanique des eaux, par appareils isolés ou par grandes usines (³), décrit les digues, les canaux, les barrages-réservoirs, et termine par un aperçu de l'organisation administrative du service des irrigations.

Technische Untersuchungsmethoden zur Betriebskontrolle (Méthodes de contrôle pour la conduite des machines), par Julius BRAND. — Un volume in-8° de 270 pages, avec 168 figures et 2 planches hors texte. — Julius Springer, éditeur, Berlin, 1904. — Prix : relié, 6 marks.

L'auteur s'est proposé de réunir dans cet ouvrage l'exposé des méthodes d'analyse de combustibles et de contrôle de la marche des machines à vapeur.

Il étudie d'abord les matières combustibles et la combustion, décrit ensuite les appareils et les procédés d'analyse des fumées, les méthodes de détermination de l'humidité et du pouvoir calorifique des combustibles, soit solides, soit liquides ou gazeux, les mesures de températures élevées (pyromètres, téléthermomètres), les mesures manométriques.

Le dernier chapitre est consacré aux essais des chaudières et machines à vapeur. Après avoir examiné les procédés de planimétrie et les appareils qui servent à évaluer la superficie des diagrammes,

l'auteur donne les règles des essais, calcule la puissance de la machine d'après les diagrammes, recherche les corrections à leur faire subir, indique la manière de vérifier les ressorts d'indicateur et décrit enfin en détail les essais d'une machine à triple expansion de 3 000 chevaux.

Une notice spéciale est relative à l'indicateur intégrateur de Hlawatschek.

Manuel de pratique mécanique à l'usage des chauffeurs d'automobiles, par R. CHAMPLY. — Un volume, petit in-8°, de 310 pages, avec 45 figures. — Desforges, éditeur, Paris, 1904. — Prix : 3 fr. 50.

Après une introduction relative aux appareils de mesure : palmer, compas, compte-tours, etc., M. Champly étudie successivement l'outillage (marteaux, tarauds, forge, meules, tours, etc.) en expliquant l'usage et les qualités de chaque outil.

Il donne ensuite quelques notions sur les matériaux employés en automobilisme : acier, fonte, laiton, bronze, étain, aluminium, caoutchouc, et signale les difficultés de la brasure, puis il aborde les procédés de travail mécanique : traçage et assemblage, façonnage des tubes, forgeage, soudure et trempe de l'acier, brasure, rivetage, réparation des chaînes, rodage des soupapes, etc. Des chapitres spéciaux concernant le démontage et le remontage des mécanismes, l'entretien des accumulateurs, les pneus, et enfin la législation des automobiles.

INFORMATIONS

L'état actuel des travaux du tunnel du Simplon.

Les travaux du percement du Simplon, entravés l'année dernière par des difficultés matérielles et financières considérables, ont été, depuis lors, activement poursuivis, à la suite d'un nouveau contrat entre le gouvernement suisse et l'entreprise.

Rappelons que la convention primitive fixait à 69 millions et demi les dépenses à forfait, savoir :

Pour le 1 ^{er} tunnel et la galerie latérale. . .	47,5 millions.
Pour le 2 ^e tunnel	45 —
Pour toutes les installations.	7 —

La nouvelle convention attribue, en outre, à l'entreprise les sommes suivantes :

Pour les installations	Fr. 1 400 000
Pour le 1 ^{er} tunnel	2 250 000
Pour le 2 ^e tunnel	4 500 000

Les Chemins de fer fédéraux restent d'ailleurs libres de faire exécuter le deuxième tunnel en régie ou autrement.

Du 1^{er} juillet 1903 au 1^{er} juillet 1904, les progrès ont été de 949 mètres du côté nord et 1 943 mètres du côté sud, soit 2 894 mètres.

En effet, en mai dernier, les travaux d'avancement du côté nord ont dû être arrêtés à 10 382 mètres de la tête, soit à 809 mètres du point culminant, par suite de l'irruption de sources chaudes (45 degrés C.), qui débitaient 100 litres par seconde. On a construit des serres-métalliques qui permettent, en relevant l'eau au-dessus du point culminant, de lui donner un écoulement naturel et de continuer les travaux de maçonnerie de la galerie principale en deçà de ces ouvrages.

A la date du 1^{er} juillet dernier, la longueur totale des galeries d'avancement atteignait 19 095 mètres; celle des abatages, 17 385 mètres, et celle des revêtements, 17 221 mètres.

Le cube de l'excavation était de 472 700 mètres cubes du côté nord et 392 500 du côté sud; celui des maçonneries, 104 700 mètres cubes du côté nord et 92 750 du côté sud.

On escomptait, à cette époque, que les galeries d'avancement pourraient se rencontrer vers le 15 octobre, mais ces prévisions ont été déçues par les venues d'eau dans la galerie sud.

De ce côté, le front d'attaque avait progressé dans de bonnes conditions jusqu'à la fin d'août, quand, le 6 septembre, à 9 141 mètres de la tête sud, une source semblable à celles dont nous venons de parler a fait irruption dans la galerie et a forcé d'interrompre l'avancement, en raison de sa tem-

pérature de 45 degrés. Le débit de 100 litres par seconde est resté à peu près constant depuis le premier jour. Cette eau peut, d'ailleurs, en raison de la pente du tunnel, s'écouler naturellement.

Le personnel a été depuis lors occupé au revêtement de la galerie latérale (côté sud); l'eau a été ensuite détournée de ce côté, pour permettre de travailler à l'achèvement de la galerie principale en deçà de la dérivation. On pourra prochainement reprendre l'avancement, mais sans employer la perforation mécanique avant d'avoir dépassé les points de jaillissement de la source, de sorte que cette période transitoire sera forcément difficile.

Le nombre d'ouvriers travaillant ensemble dans le tunnel a été, pour le côté nord, de 450 en moyenne, en 1903, et 350 en 1904; pour le côté sud, de 450 à 550.

La température de la roche est d'autant plus élevée qu'il s'agit d'un point plus éloigné de l'entrée du souterrain; le tableau ci-dessous donne, pour le mois de juin dernier, quelques valeurs de ces températures, comparées à celles de l'air ambiant :

Distance de la tête (côté nord).	Roche.	Air ambiant.
500 mètres	degrés. 47,8	22
3 000 —	27	29
8 000 —	37,2	33
10 000 —	37,6	34

Les travaux de la gare de Brigue, construite par les Chemins de fer fédéraux, sont très avancés et leur achèvement précédera celui de la ligne. Du côté sud, la ligne d'accès Iselle-Domodossola est terminée; elle comporte, non loin de la station d'Iselle, deux tunnels de 3 et 6 kilom. de longueur.

Congrès international des Mines, de la Métallurgie, de la Mécanique et de la Géologie appliquées, à Liège, du 26 juin au 1^{er} juillet 1905.

Conformément aux vœux émis par les Congrès internationaux des mines et de la métallurgie, d'une part, et de la mécanique appliquée, d'autre part, tenus à Paris en 1900, il est institué, sous le haut patronage du Gouvernement belge, et organisé à Liège, par les soins de l'Union des Charbonnages, Mines et Usines métallurgiques de la Province de Liège et de l'Association des Ingénieurs sortis de l'Ecole de Liège, un Congrès international des Mines, de la Métallurgie, de la Mécanique et de la Géologie appliquées, pendant l'Exposition Universelle de 1905.

Le Congrès s'ouvrira le lundi 26 juin et se terminera le 1^{er} juillet 1905.

Les adhérents devront se faire inscrire dans la section dont ils désirent recevoir les publications. La cotisation, qui est de 25 francs, ne donne droit qu'aux publications d'une seule des Sections; l'inscription dans une autre Section pourra être obtenue moyennant un supplément de cotisation de 5 francs qui donnera droit aux publications de celle-ci.

Des rapports seront préparés sur des questions choisies par le Comité d'organisation qui désignera les rapporteurs. Ils devront être envoyés au Secrétaire Général deux mois au moins avant l'ouverture du Congrès.

Aucun travail ne pourra être présenté en séance, ni servir de point de départ à une discussion, si un mois avant l'ouverture de la session l'auteur n'en a communiqué le résumé et la conclusion en français au Comité d'organisation, et si ce Comité n'en a prononcé l'inscription à l'ordre du jour. Toutefois, lorsque l'ordre du jour d'une Section aura été épuisé, le bureau de cette dernière pourra autoriser des communications non annoncées (¹).

Toutes les opinions restent individuelles, mais les Sections pourront émettre des vœux qui seront soumis à la ratification du Congrès, réuni en séance générale.

(1) Les adhésions, ainsi que les communications relatives au Congrès, doivent être adressées à M. HENRI DECHAMPS, Secrétaire général du Comité d'organisation, 16, quai de l'Université, à Liège.

Le Gérant : H. AVOIRON.

(1) Voir le Génie Civil : Les irrigations en Égypte, t. X, nos 2, 3, 5, 6 et 7, p. 26, 37, 73, 92 et 109.

(2) Voir le Génie Civil : Les projets de réservoirs du Nil, t. XXVI, nos 4, 5 et 6, p. 49, 63 et 84; Les barrages d'Assiout et d'Assouan, t. XLIII, nos 23 et 25, p. 369 et 385.

(3) Voir le Génie Civil, t. XXX, n° 16, p. 247.

Revue des principales publications techniques.

AGRICULTURE

Moissonneuses-javeuses et moissonneuses-lieuses. — M. RINGELMANN, dans une communication à la *Société Nationale d'Agriculture* (juillet 1904), rappelle les conclusions auxquelles l'ont conduit ⁽¹⁾, en 1901, les chiffres comparatifs fournis par M. Bénard, relatifs aux frais occasionnés par divers procédés de moissonnage dans son exploitation de Seine-et-Marne.

L'auteur recherchant à partir de quelle étendue, consacrée aux céréales, la moissonneuse-javeuse et la moissonneuse-lieuse sont d'un emploi économique, avait pu établir que cette limite économique commence pour la moissonneuse-javeuse au-dessus de 12 hectares de blé ou de 18 hectares d'avoine à récolter par an (soit au delà de 310 quintaux de blé ou de 370 quintaux d'avoine).

Quant à la moissonneuse-lieuse, son emploi deviendrait économique à partir de 16 hectares de blé ou 34 hectares d'avoine, à récolter annuellement, soit plus de 410 quintaux de blé ou 700 quintaux d'avoine. Dans le cas très fréquent où les deux récoltes se rencontrent dans la même exploitation, M. Ringelmann a établi les rapports suivants, permettant de substituer une certaine surface cultivée en avoine à un hectare de blé pour maintenir l'équilibre du calcul de la limite économique d'emploi des machines :

Pour la moissonneuse-javeuse, un hectare de blé est équivalent à 1 hectare et demi d'avoine.

Pour la moissonneuse-lieuse, 1 hectare de blé est équivalent à 2^h 10 d'avoine.

D'un nouveau relevé de comptes, fourni récemment par M. Bénard, après les récoltes de 1902 et 1903, faites en partie à bras, en partie à la moissonneuse-lieuse, M. Ringelmann, comparant de nouveau les frais respectifs occasionnés par les deux modes de travail, arrive aux chiffres suivants :

L'emploi de la moissonneuse-lieuse devient économique à partir de 9^h 48 de blé à récolter; celui de la moissonneuse-javeuse, dès que l'on a plus de 9^h 64 d'avoine à récolter par an.

Ces limites économiques sont plus faibles que celles précédemment établies par l'auteur, le prix du travail à bras ayant été plus élevé dans la dernière exploitation que dans la première. En outre de cette réduction, non négligeable, il y a lieu de tenir compte de la plus grande rapidité du travail à la machine qui permet de mettre plus promptement les récoltes à l'abri des intempéries.

ARCHITECTURE

La reconstruction du Théâtre Royal de Hanovre. — Le *Zentralblatt der Bauverwaltung*, du 15 octobre, donne un plan et une vue d'ensemble du nouveau théâtre royal de Hanovre, inauguré le 28 août dernier. L'ancien édifice datait de 1852, et, bien que la scène eût été grandement améliorée depuis, la salle était encore construite dans des conditions très dangereuses. On s'est donc décidé, en 1903, à la refaire entièrement.

Des escaliers en fer donnent une issue directe aux spectateurs des galeries supérieures, des réservoirs d'eau ont été installés dans les combles, les communications entre la salle et la scène ont été closes de portes en fer à fermeture automatique, et beaucoup d'autres améliorations réalisées.

L'éclairage de secours est maintenant électrique, et indépendant de l'éclairage principal; il est commandé automatiquement par la manœuvre du rideau de fer, indépendamment des interrupteurs à main placés en divers points du théâtre.

Les écoles primaires dans le Luxembourg. — M. Karl HINTRAEGER publie, dans la *Zeitschrift des Oesterreichischen Ingenieur-Vereines*, du 14 octobre, de nombreux plans d'écoles primaires construites dans le Luxembourg, en même temps qu'il reproduit à ce sujets divers documents statistiques : nombre d'écoles et d'élèves, prescriptions légales sur la scolarité et la construction des écoles, etc.

AUTOMOBILES

Pompes à incendie automobiles. — Deux types de pompes à incendie automobiles actuellement en service, respectivement à Hanovre (Allemagne) et à Liverpool (Angleterre), sont décrits, l'un dans l'*Engineer*, du 12 août, par M. REICHEL, l'autre dans l'*Engineering*, du 9 septembre. Le *Génie Civil* a déjà décrit des voitures analogues qui sont employées depuis quelque temps, à Paris, par le corps des sapeurs-pompiers ⁽¹⁾.

M. Reichel traite plus particulièrement la question de l'organisation d'un service d'incendie dans les petites villes et montre l'intérêt considérable qu'il y a à employer la locomotion automobile plutôt que la traction animale.

Cet intérêt est double : économie en argent, rapidité des secours. De plus, on a constaté qu'en apportant à l'entretien et à la réparation des machines la même attention qu'on apporte à soigner les chevaux, on peut compter en toute sécurité sur la possibilité d'utiliser immédiatement la machine à tout moment.

En ce qui concerne plus particulièrement la ville de Hanovre, une expérience de vingt et un mois a prouvé le bien fondé des prévisions des promoteurs du système.

Pendant la première année de service, une économie d'entretien de 10 000 marks a été réalisée en substituant le moteur aux chevaux; l'auteur estime que l'économie réalisée de ce chef couvrira en moins de quatre ans le prix d'achat du train automobile.

Dans son étude, M. Reichel s'efforce de montrer que le système est applicable aux très petites villes, bourgades et même aux villages où l'organisation du service d'incendie est souvent sinon nulle, tout au moins toujours très précaire. Il lui semble même qu'à ce point de vue, ces localités ont à bénéficier des avantages de la locomotion automobile beaucoup plus que les grandes cités. Ici se présente cependant la difficulté d'approvisionnement de la voiture en combustible et en eau, étant donnés les très longs parcours que la voiture peut avoir à effectuer sans arrêt. L'auteur estime en effet que, pour l'instant, il ne peut être question que de moteurs à vapeur.

Le résultat des expériences qu'il a faites à ce sujet montre qu'on ne peut actuellement dépasser une distance efficace de secours de 25 kilomètres.

En conséquence, l'auteur expose en détail le système d'organisation qu'il propose pour les districts ruraux : un poste d'incendie tous les 50 kilom. environ avec, de distance en distance, des dépôts de charbon ou d'huile minérale selon le combustible employé, la question de l'eau ne se posant pas pourvu que la machine emporte avec elle la quantité nécessaire pour faire ses 25 kilom. et fonctionner pendant une heure sur le lieu de l'incendie. Toutes ces conditions sont réalisables avec un type de train à deux voitures que l'auteur décrit et qui est actuellement en construction à Bautzen.

La pompe à incendie décrite dans l'article de l'*Engineering* est la deuxième du type qui ait été mise en service à Liverpool, la première ayant donné des résultats satisfaisants. Le fonctionnement de cette machine pendant les mois d'essai n'a pas été moins bon que celui de la première; on emploie comme combustible l'huile minérale pulvérisée dans le foyer par un jet de vapeur; le brûleur est du type Kermode, que le *Génie Civil* a décrit ⁽²⁾, légèrement modifié à la suite des observations faites sur l'appareil du même type qui avait été mis en service sur la première voiture.

Le coût de l'automobilisme électrique. — Dans l'*Engineer*, du 30 septembre, M. Robert H. SMITH présente, sous forme de graphiques, le prix de revient de la traction automobile par l'électricité, question qui présente un intérêt d'actualité à cause de la mise en service récente, à Londres, d'omnibus automobiles, malgré l'échec retentissant éprouvé par la Compagnie des cabs électriques, il y a quelques années.

Ces graphiques donnent le coût par jour en fonction de la distance et du nombre de passagers, d'après des formules établies par l'auteur.

CHEMINS DE FER

Expériences sur le rendement des locomotives.

— Les essais auxquels M. NADAL a soumis les locomotives compound à trois essieux accouplés du réseau de l'État français, sont la suite des expériences entreprises antérieurement par la même administration sur son matériel de traction, à l'exemple de celles qui ont été effectuées dans des conditions analogues au chemin de fer du Nord, et dont il a été rendu compte dans le *Génie Civil* ⁽¹⁾.

Dans son numéro de septembre, la *Revue générale des Chemins de fer* publie les résultats de ces nouveaux essais. Les diagrammes relevés dans les cylindres à vapeur ont permis d'étudier tous les phénomènes qui accompagnent la circulation de la vapeur, depuis sa sortie de la chaudière jusqu'à son échappement dans la boîte à fumée. Les variations de pression dans la boîte à vapeur et dans le réservoir intermédiaire, la chute de pression à l'admission, le laminage pendant cette phase de la distribution, la compression et la contrepression derrière les grands pistons, ont fait l'objet de mesures précises. L'effort moteur et le travail indiqué, la consommation de vapeur apparente et réelle, la dépense de charbon, ont été déterminés soit par le calcul, soit au moyen d'observations directes. Une application des formules de notre collaborateur, M. Barbier, a été faite pour l'évaluation du travail résistant du matériel, à la traction.

Les locomotives américaines du type « Atlantic », à distributeurs cylindriques, que les chemins de fer de l'État français ont mises en service depuis quatre ans environ, ont donné lieu à une étude analogue.

Tous ces essais ont permis de conclure, en ce qui concerne les machines à simple expansion, que le type américain précité offre, à la puissance normale pour laquelle il a été établi, le coefficient d'utilisation le plus élevé, c'est-à-dire conduit à la dépense la plus faible de vapeur par cheval utile et par heure, comparativement aux machines munies, soit de la distribution Bonnefond, soit des tiroirs cylindriques Ricour.

À ce même point de vue, le type américain Vauclain s'est également montré supérieur au système de Giehn, en ce qui concerne les locomotives compound.

Enfin, il est à noter que si la consommation de vapeur par cheval utile des locomotives compound a été moindre que celle des locomotives à simple expansion, développant les unes et les autres leur puissance normale, par contre, l'économie est en faveur de ces dernières, lorsque les machines sont appelées à ne fournir qu'une puissance réduite.

Augmentation de la puissance de freinage sur les wagons à marchandises. — Dans un mémoire, lu devant le « Railway Club », de Pittsburg, par M. BLACKHALL et qu'a publié le *Bulletin du Congrès des Chemins de fer*, dans son numéro de septembre, l'auteur cite un grand nombre de faits qui concourent à démontrer la nécessité d'augmenter la puissance de freinage dans les trains de marchandises. Ceux-ci sont devenus plus longs et plus lourds, le rapport de la charge utile au poids mort a crû dans des proportions considérables; les sabots de frein, construits actuellement en métal dur, ne permettent pas d'obtenir un coefficient de frottement aussi élevé. Il paraît donc utile d'accroître le facteur de sécurité, en relevant le coefficient de freinage, sans risquer de caler les roues.

Divers résultats d'expériences effectuées aux États-Unis, relatifs à l'application d'une puissance de freinage de 70 et de 90 % (rapport de l'effort transmis par les sabots au poids du véhicule analogue à celle dont on dispose pour les trains de voyageurs, sont consignés dans ce mémoire. Il en résulte que le chiffre de 90 %, qui peut paraître exagéré, et dont on ne ferait du reste usage que pour les arrêts d'urgence, pourrait être admis sans inconvénient. Pour les serrages de service, la puissance de freinage serait réduite à 75 % environ. Les cylindres à frein devraient alors avoir 10 pouces de diamètre, soit

(1) Voir le *Génie Civil*, t. XLIV, n° 14, p. 213.

(2) Voir le *Génie Civil*, t. XLIV, n° 24, p. 384.

(1) Voir le *Génie Civil*, t. XLIV, n° 26, p. 418.

(2) Voir le *Génie Civil*, t. XXXIII, n° 23, p. 357.

(1) Voir le *Génie Civil*, t. XXXIV, n° 4, p. 43.

254 millimètres, et la pression de l'air serait d'au moins 5¹/₂ 60 par centimètre carré pour les grands wagons de 50 tonnes de capacité, ayant une tare de 20 à 21 tonnes. Il n'y a nul doute qu'avec ces dispositions, on n'arrive à réduire très sensiblement la longueur des arrêts pour le matériel à marchandises américain, équipé du frein Westinghouse.

Système de ventilation des voitures à voyageurs de la Compagnie Pennsylvania Railroad. — *L'Engineering Record*, du 24 septembre, décrit de nouvelles voitures à voyageurs que la Compagnie Pennsylvania Railroad vient de mettre en circulation et dans lesquelles des dispositions particulières ont été prises pour la ventilation.

Comme on s'est proposé de chauffer en même temps l'air de ventilation, et qu'il n'eût pas été possible, pendant les froids les plus rigoureux de l'hiver, de donner les 80 mètres cubes d'air par voyageur et par heure qui sont nécessaires, tout en les chauffant, on s'est contenté du chiffre de 28 mètres cubes. Il doit s'ensuivre, forcément, que la ventilation est insuffisante en été, si les portières ne sont pas ouvertes.

L'air extérieur pénètre par deux manchons placés diagonalement aux deux extrémités de la voiture et dans lesquels il s'engouffre par suite de la marche du train; l'utilisation simultanée des deux manchons dans les deux sens est obtenue par la manœuvre d'une vanne faite par les agents du train.

Les voitures étant à couloir avec portes aux extrémités seulement, les conduits d'amenée et ceux dans lesquels se fait le chauffage (en faisant circuler l'air autour de tubes de vapeur) sont placés latéralement aux caisses, les uns en dehors et en dessous, les autres au-dessus du plancher; l'air chaud pénètre dans l'intérieur de la voiture par des ouvertures placées sous les sièges.

L'échappement de l'air vicié se fait par deux ventilateurs placés en bout, au plafond, et par des ventilateurs combinés avec des lampes. Les ventilateurs d'extrémité sont du type Globe et utilisent la vitesse du train pour produire une aspiration; ceux des lampes, au contraire, utilisent le tirage naturel produit par l'échauffement; les deux premiers, fonctionnant seuls, sont suffisants pour la ventilation de toute la voiture.

Les water-closets sont munis chacun d'un ventilateur Globe indépendant.

Dans ce système on s'est efforcé, par l'action combinée des manchons d'engouffrement et des ventilateurs aspirateurs ou des lampes, de mettre l'atmosphère des voitures en légère surpression sur l'extérieur, de façon à éviter les rentrées d'air froid par les interstices des ouvertures; on n'y est arrivé que partiellement. Au repos, le seul chauffage suffit à établir la circulation de l'air dans le sens désiré; au moment de la mise en marche le tirage s'établit quelquefois difficilement, et nécessite l'ouverture momentanée de la porte située à l'avant.

Voiture automobile à vapeur des chemins de fer de l'Etat serbe. — L'emploi des voitures automobiles sur les voies ferrées prend, depuis quelques années, une grande extension, notamment pour le transport des voyageurs sur les lignes secondaires (¹), où la mise en service de trains remorqués par une locomotive ne serait nullement rémunératrice.

La Compagnie Ganz, de Budapest, a construit pour divers chemins de fer européens, particulièrement en Hongrie, en Russie, en Bavière, des automobiles à vapeur qui fonctionnent, dans les conditions précitées, à la satisfaction des Administrations qui les emploient. Le nouveau type de voiture que cette Compagnie vient d'établir pour les chemins de fer de l'Etat serbe a fait l'objet d'une description, accompagnée de photographies et de dessins, dans le numéro du 16 septembre de la *Transport and Railroad Gazette*.

La caisse repose sur deux bogies à deux essieux; elle est divisée en deux compartiments, desservis respectivement par une plate-forme d'accès à l'avant et à l'arrière et contenant vingt-quatre places de première classe et quarante-neuf de seconde classe. Dans la cabine du mécanicien, se trouve le générateur de vapeur, formé de deux chambres annulaires concentriques, reliées par de courts tubes à eau légèrement inclinés. Une grille circulaire reçoit le charbon, qu'on charge sur une grande épaisseur à la façon des poêles à feu continu. La vapeur passe dans un petit surchauffeur, avant son entrée dans le moteur. Celui-ci est à deux cylindres com-

pound; il actionne l'un des essieux de la voiture, à l'aide de deux jeux d'engrenages différentiels, permettant deux réductions de vitesses.

Le travail indiqué sur les pistons peut varier de 35 à 80 chevaux. La vitesse, sur palier, a atteint, aux essais, un maximum de 85 kilom. à l'heure et, avec une charge remorquée de 26 tonnes, celle de 52 kilom. La consommation de charbon a varié, en service courant, de 2 kilogr. à 3¹/₂ 4 par kilomètre.

Système de truck pour bogie réduisant l'usure du mentonnet des roues. — *L'Engineering News*, du 22 septembre, publie et commente une étude de M. G. LINDENTHAL relative aux efforts qui agissent sur le rail et sur le mentonnet des roues d'un bogie quand la voiture passe d'un alignement droit en courbe ou inversement.

L'auteur recherche d'abord les causes qui produisent l'usure dans les trucks ordinaires à bogie et montre que la plus importante est leur inaptitude à prendre l'orientation convenable par rapport à la caisse de la voiture. Cette inaptitude résulterait du mode d'appui défectueux de la caisse sur le truck et de la résistance au frottement considérable qui s'exerce sur la cheville ouvrière.

Les effets se traduisent par une usure considérable du mentonnet des roues et du boudin des rails sur une très grande longueur à l'entrée des courbes et des alignements droits, de part et d'autre du point où se produit le changement de direction. En dehors de l'inconvénient d'une très grande augmentation de la résistance du train à la traction, il y a aussi à craindre la rupture des mentonnets, dont on ne peut accroître à volonté l'épaisseur, et qui serait la cause d'accidents nombreux et beaucoup plus fréquents qu'on ne le croit généralement.

M. Lindenthal apporte au problème une solution nouvelle: il supprime presque totalement l'appui de la caisse par le lisoir de la cheville ouvrière, et celle-ci est remplacée par une sorte de grosse bille de roulement en acier fondu de 0^m 95 de diamètre dont on n'utilise que les parties diamétralement opposées et qui, pour cette raison, a la forme d'un cylindre terminé par les deux parties sphériques utilisées. L'appui se prend latéralement sur les longerons.

Le cylindre de la bille est en deux parties s'emboîtant télescopiquement l'une dans l'autre et maintenues écartées par un système de ressorts spiraux puissants qui établissent une connexion élastique entre le truck et la caisse.

Remaniement de l'Union Terminal Station, à Saint-Louis (Etats-Unis). — L'Union Terminal Station, à Saint-Louis, est une des plus grandes gares du monde; néanmoins, depuis sa construction, qui remonte à 1892, l'augmentation du trafic y a progressé avec une telle rapidité que la capacité des voies et les locaux étaient devenus absolument insuffisants.

En raison de l'accroissement exceptionnel du nombre des voyageurs que devait amener l'exposition qui s'y tient actuellement, la Compagnie a décidé, l'année dernière, de faire un remaniement complet, de façon à faire profiter les visiteurs des nouveaux avantages pendant la durée de l'exposition. Ces transformations, qui ont été faites en moins d'un an, sont décrites en détail dans *L'Engineering News*, du 29 septembre.

Le remaniement a surtout porté sur le système des voies à l'entrée de la gare; l'entrée et la sortie des trains, sur les trente-deux voies terminus, se faisaient auparavant par un tronçon de quatre voies seulement et au moyen de quatre bretelles placées latéralement par paires de chaque côté. Cette disposition, qui nécessitait des aiguillages à intervalles beaucoup trop rapprochés, a été remplacée par deux doubles tronçons, nettement séparés, chacun de trois voies, correspondant à deux groupes de seize voies chacun, qui sont sensiblement indépendants.

Le système des voies de garage et de triage a été considérablement augmenté, ainsi que les remises pour l'entretien et la réparation des locomotives.

La grande difficulté de ce travail consistait surtout en ce que le trafic et le mouvement des trains ne devaient pas être gênés, bien que les travaux aient eu lieu à un moment où ils étaient déjà considérables, et qu'il ait fallu transformer ou déplacer complètement certains bâtiments à l'usage du public.

A noter également, dans le même ordre d'idées, le déplacement de la station centrale d'énergie, qui fournit

1^o Le courant électrique pour l'éclairage, le fonctionnement des signaux et de certains ascenseurs;

2^o L'air comprimé employé pour le nettoyage des voitures, tapis et tentures, l'essai des freins pneumatiques dans les dépôts, le fonctionnement de certains signaux, et le transport pneumatique de certains objets;

3^o La vapeur à basse ou à haute pression, pour le chauffage et divers usages dans certains bâtiments;

4^o L'eau sous pression, pour le fonctionnement des nombreux ascenseurs permettant d'avoir accès dans les couloirs souterrains qui font communiquer les différents quais entre eux.

Application de l'électricité aux lignes à vapeur. — *L'Electrical Review* (N.-Y.), du 13 août, reproduit un mémoire de M. L. S. RANDOLPH, où l'auteur examine d'abord les avantages et les inconvénients comparatifs des systèmes automoteurs et de ceux qui empruntent leur énergie à une station centrale.

Il compare ensuite la traction électrique à la traction par locomotives à vapeur, au point de vue économique. Considérant que les systèmes à courant alternatif simple sont encore dans la période d'expérience, il prend comme terme de comparaison un système à courant continu avec sous-stations distantes de 8 kilom., ou avec stations distantes de 16 à 30 kilom. suivant l'importance du trafic.

Après avoir indiqué dans quatre tableaux, et en fonction du nombre de trains par section, les dépenses d'installation et d'exploitation, il arrive aux conclusions suivantes:

1^o Dans l'état actuel de la traction électrique, son application aux lignes ordinaires ne se justifie pas au point de vue économique si l'énergie doit être produite par du matériel à vapeur;

2^o Lorsque l'énergie peut être fournie au moteur à un prix moindre que le prix du charbon, de la main-d'œuvre supplémentaire et des réparations de la locomotive, l'application est possible;

3^o Lorsqu'on dispose de force motrice hydraulique, des lignes entières ou des sections de ligne peuvent être avec avantage exploitées électriquement.

Locomotive à trois essieux moteurs des chemins de fer du Pekin Syndicate. — Une vue de cette machine, ainsi que ses caractéristiques principales, sont données dans *L'Engineering*, du 30 septembre. Cette locomotive est à deux cylindres à simple expansion; elle circule sur la voie normale de 1^m 50. Elle a été étudiée pour faire un service mixte de voyageurs et de marchandises et elle pourra atteindre la vitesse maximum de 64 kilomètres à l'heure.

En raison des difficultés d'approvisionnement et de la mauvaise qualité du charbon que cette locomotive sera quelquefois appelée à brûler, le foyer est de grandes dimensions, 2^m 70 x 1^m 60, sur 1^m 30 de profondeur. C'est là sa particularité la plus saillante.

Six de ces locomotives viennent d'être construites par MM. Beyer, Peacock and Co, de Gorton.

Essais effectués en Allemagne sur les accouplements automatiques des wagons de chemins de fer. — Les numéros de septembre et d'octobre de *l'Organ für die Fortschritte des Eisenbahnwesens*, sont exclusivement consacrés à la publication du rapport de la Commission créée en Allemagne pour l'étude des accouplements automatiques des véhicules de chemins de fer, et particulièrement des wagons à marchandises.

Ces appareils, très répandus aux Etats-Unis, comportent un attelage central, qui joue le rôle d'organe de traction et de choc, et dont l'accrochage se fait avec la plus grande célérité, sans aucun danger pour les agents; l'intervention de ceux-ci se borne à la manœuvre d'une tringle ou d'un petit levier extérieur. Les administrations allemandes ont déjà soumis les attelages dits automatiques à des études comparatives. Les systèmes américains les plus connus, Janney, Eastman, Buckeye, Gould, ont été successivement essayés, ainsi que l'appareil allemand Krupp, qui est basé sur le même principe.

La Commission précitée a développé, dans son volumineux rapport, accompagné de planches nombreuses, tous les avantages et les inconvénients des dits systèmes, dans le but d'en tirer des données pratiques sur les applications qui en seront faites sur le matériel allemand, mais aucune conclusion définitive n'a pu encore être établie à cet égard et la Commission invite les Administrations de che-

mins de fer intéressées à poursuivre, dans certaines conditions qu'elle indique, les expériences concernant les attelages automatiques, expériences dont les résultats devront être fournis avant la fin de l'année 1905, à l'Administration centrale de Berlin.

Celle-ci pourra alors prendre à cette époque, en meilleure connaissance de cause, une détermination au sujet de l'application de ces appareils aux véhicules de chemins de fer. Les Compagnies françaises auront intérêt à suivre ces essais et à profiter de l'importante expérience d'outre-Rhin.

La gare de marchandises du London Brighton Railway, dans Willow Walk Street, à Londres. — Le London Brighton Railway possède, à Londres, trois gares de marchandises : à Deptford, à Battersea et à Bermondsey. Cette dernière, la plus importante, est située dans Willow Walk Street, et a été agrandie à bien des reprises.

M. FRAHM en donne, dans le *Zentralblatt der Bauverwaltung*, du 24 septembre, le plan actuel tel qu'il résulte des importants travaux exécutés au cours de ces dernières années.

Grâce à une dépense de 6 millions, cette gare est devenue l'une des plus importantes et des mieux aménagées de celles d'Angleterre. La plupart des voies de garage sont disposées en éventail et se terminent en impasse. Le hangar principal, rectangulaire, abrite douze voies de ce type, qui le traversent à peu près parallèlement à une diagonale de son plan. On a complètement renoncé, dans les installations nouvelles de la gare, aux plaques tournantes.

Le hangar est pourvu de ponts roulants électriques, qui rendent beaucoup plus de services que les grues fixes.

L'auteur ajoute quelques renseignements statistiques sur le trafic de cette gare, la durée du service journalier, etc.

Les récents perfectionnements dans les signaux automatiques Westinghouse. — Dans la *Zeitschrift des Oesterreichischen Ingenieur-Vereines*, du 2 septembre, M. KOHLFÜRST donne une minutieuse description, accompagnée de plans détaillés des appareils électropneumatiques Westinghouse pour commande automatique et à distance de signaux et d'aiguillages, tels qu'on les a installés récemment dans plusieurs gares aux États-Unis ou en Allemagne, par exemple sur le Métropolitain de Boston, où la fréquence des trains atteint une limite extrême. Le *Génie Civil* a déjà signalé ⁽¹⁾ les dispositions essentielles de ces appareils.

Le trafic du Métropolitain de Berlin en 1904. — D'après la *Zeitung des Vereins deutscher Eisenbahnverwaltungen*, du 7 septembre, le premier semestre 1904 a été marqué pour le Métropolitain de Berlin par un accroissement de trafic important : 16 190 000 voyageurs au lieu de 14 986 800 dans le premier semestre 1903, soit 8 % en plus. Le Métropolitain de Paris, dans le même laps de temps, a transporté 67 979 216 personnes au lieu de 54 193 738 dans le premier semestre 1903, soit une augmentation de 6,98 %. Le mouvement total a été, pour 1903, de 100 107 630 voyageurs, pour 24^hm 8 de longueur ; la ligne de Berlin n'a que 11^{km} 2. On peut prévoir que le trafic kilométrique sera, pour 1904, de 4 118 000 voyageurs à Paris et 3 293 600 à Berlin.

La technique actuelle des Chemins de fer en Allemagne. — A la dernière Assemblée de l'Union des Chemins de fer allemands, tenue à Trieste, M. ASH, directeur de la Compagnie Kaiser Ferdinands Nordbahn, a présenté un rapport relatif à la technique actuelle des chemins de fer qui font partie de cette association.

Les *Mitteilungen des Vereins für die Förderung des Lokalbahnwesens*, du mois d'août, reproduisent les principaux passages de ce rapport, concernant les voies, les gares, le matériel roulant, l'exploitation, les signaux, etc., avec divers exemples empruntés aux errements des Compagnies qui font partie de l'Union.

CHIMIE INDUSTRIELLE

Décomposition progressive des explosifs. — Le *Génie Civil* a déjà décrit une méthode récemment imaginée par M. Albert P. SY, aux États-Unis ⁽²⁾, pour déterminer la stabilité des explosifs

à base de nitrocellulose. Cette méthode consiste essentiellement à déterminer à intervalles réguliers, pendant plusieurs jours de suite, la perte de poids de l'explosif sous l'influence d'une température constante déterminée, et à tirer des conclusions de l'allure que présente la courbe donnant la perte de poids en fonction du temps.

Le *Moniteur Scientifique* d'octobre reproduit, d'après la *Zeitschrift für angewandte Chemie*, la description et le mode d'emploi d'un appareil imaginé par M. A. MITTASCH, qui permet d'obtenir une courbe analogue par enregistrement direct. La méthode est applicable à l'analyse de tous les phénomènes chimiques produisant un dégagement gazeux. Dans le cas présent, qui est celui de l'application à la décomposition progressive des nitrocelluloses, on inscrit non pas la perte de poids, mais l'augmentation progressive du volume des gaz dégagés.

En dehors de l'étude relative à l'appareil lui-même, l'auteur recherche l'influence de la température d'exposition et de la présence de corps ajoutés à dessein, sur la vitesse de décomposition de la poudre et sur l'allure de la courbe donnant la vitesse de cette décomposition.

Traitement, par le sulfate de cuivre, des eaux des lacs-réservoirs Clifton et Montebello, à Baltimore. — Ce mode de traitement, appliqué en vue de combattre les algues qui envahissent les réservoirs et de faire disparaître la mauvaise odeur qu'elles communiquent aux eaux, a été exposé ici même ⁽¹⁾ au moment où il venait d'être élaboré ; depuis cette époque, plusieurs grandes applications en ont été faites, qui ont prouvé son efficacité ; le *Génie Civil* a relaté, parmi les premières entre d'autres, deux des plus caractéristiques : une application du même genre vient d'être faite au service des eaux de Baltimore. La façon dont l'opération a été conduite et les résultats obtenus sont donnés par M. Alfred M. QUICK dans l'*Engineering News*, du 29 septembre.

Pour les deux lacs, la suppression de la mauvaise odeur a été réalisée ; pour l'un d'eux, l'application renouvelée du traitement n'a pas pu faire disparaître complètement certaines espèces d'algues qui semblent particulièrement résistantes, mais, comme celles-ci sont peu nombreuses, et que toutes les espèces les plus encombrantes ont été détruites, leur présence ne semble donc pas être la cause de la mauvaise odeur ; en somme, le résultat cherché, qui est la suppression de cette odeur, a été obtenu.

Dissolvants de la cellulose et du coton nitré. — Le *Journal of the Chemical Society*, du 31 mars, reproduit une conférence de M. DE MOSENTHAL, sur l'état actuel de nos connaissances relativement aux diverses nitrocelluloses. L'auteur étudie principalement les effets des dissolvants de la cellulose et des nitrocelluloses, en raison des applications importantes que ces produits ont reçues dans ces dernières années, notamment dans les industries du celluloïd ⁽²⁾, de la soie artificielle, du mercerisage et des explosifs.

L'article se termine par une énumération de tous les dissolvants de la nitrocellulose : leur nombre est d'environ soixante.

CONSTRUCTIONS NAVALES

Les nouveaux chantiers de constructions navales de Dalmar, près Glasgow. — La Compagnie William Beardmore vient d'établir sur la Clyde, en aval de Glasgow, des chantiers de constructions navales entièrement nouveaux qui sont décrits dans l'*Engineering* du 7 octobre.

Actuellement, ces chantiers sont les plus vastes du genre qui existent en Grande-Bretagne : les ateliers, cales, chantiers et hangars couvrent une surface totale de plus de 36 hectares avec un développement de 1 420 mètres en bordure sur le fleuve.

Des cales de construction (au nombre de six) pourront monter des coques, aussi bien pour la guerre que pour le commerce, ayant jusqu'à 300 mètres de longueur. Une de ces cales a été munie d'un pont roulant dont on se propose d'étudier les avantages et les inconvénients avant de l'adopter d'une façon générale. Des machines-outils ont été installées, qui pourront traiter des plaques de blindage ayant jusqu'à 12^m 20 × 2^m 60 sur 50 millimètres d'épaisseur.

Le bassin de flot, pour le gréement des coques lancées, a 3 hectares de superficie ; une de ses bîgues est de la force de 200 tonnes.

Les ateliers ont toute leur machinerie commandée électriquement ; la station centrale d'énergie dispose actuellement de 2 800 kilowatts. Les dynamos sont actionnées par des machines à gaz Oechelhauser d'une puissance totale de 4 000 chevaux. Le gaz est fourni par des gazogènes Duff.

Le vapeur « Prince Sigismond ». — La *Zeitschrift des Vereines deutscher Ingenieure*, du 24 septembre, contient une note de M. KÄMMERER sur le vapeur *Prince Sigismond*, qui appartient à la Compagnie Hambourg-Amerika, et qui voyage entre Hambourg et les ports de la côte orientale de l'Amérique du Sud.

Les caractéristiques de ce navire sont sa vitesse modérée, son grand tonnage et sa stabilité d'allures.

Sa longueur est de 113 mètres, sa largeur maximum, 13^m 70, son tirant d'eau en charge 7 mètres, son tonnage 5 200 tonneaux. La vitesse moyenne est de 11 à 12 nœuds.

Les aménagements sont disposés pour loger commodément 60 passagers de cabine et 900 passagers de pont. La cale est accessible par quatre panneaux que desservent 11 treuils à vapeur.

La vapeur est fournie à 15 kilogr. par trois chaudières.

Contrairement à l'usage général, la machine motrice est unique ; elle est de 2 400 chevaux, et à quadruple expansion. Toutes les pompes sont commandées par une transmission à partir de la crosse du piston H. P.

La place restée libre dans la salle des machines a été utilisée pour les moteurs auxiliaires qui se trouvent avantageusement groupés sous la main du personnel : groupes électrogènes, machine frigorifique, ventilateurs, pompe, condenseur auxiliaire.

L'hélice, à moyeu d'acier coulé, possède quatre ailes en bronze de 5^m 40 de diamètre.

Les cales de montage de la Société Vulcan, à Stettin (Allemagne). — Les accroissements extraordinaires de longueur et, en général, de toutes les dimensions des grands paquebots actuels par rapport aux navires d'il y a trente ans, donnent une importance de plus en plus grande à la disposition et à l'outillage des chantiers de constructions navales, notamment au point de vue du transport des matériaux, qui représente des dépenses considérables.

Aussi la Société Vulcan, dont les chantiers sont situés à Stettin, a-t-elle fait récemment construire quatre cales de montage, dont la longueur varie de 140 à 180 mètres, avec d'importantes charpentes métalliques qui supportent des ponts roulants et des échafaudages mobiles dont la disposition varie suivant les travaux à faire.

La *Zeitschrift des Vereines deutscher Ingenieure*, du 1^{er} octobre, décrit la construction et le montage des charpentes ainsi que les appareils de levage de cette installation.

ÉLECTRICITÉ

La station hydro-électrique de la Puyallup River, près de Tacoma (États-Unis). — Les villes de Seattle et de Tacoma, et les groupements urbains environnants de l'État de Washington, ont vu, en cinq ans, leur population passer de 130 000 à plus de 225 000 habitants. Pour faire face à la demande considérable d'énergie électrique due au développement rapide des nouvelles industries et des voies électriques construites dans ou entre ces villes, une station électrique comportant des dépendances de dimensions inusitées vient d'être établie sur la Puyallup River. La description de cette installation est donnée dans l'*Engineering News*, du 29 septembre, et l'*Engineering Record*, du 1^{er} octobre.

La puissance motrice totale actuellement fournie est de 20 000 chevaux, mais, dans les travaux entrepris, les dispositions ont été prises en vue de fournir 40 000 chevaux quand la demande en sera faite.

Le projet a consisté à détourner les eaux de la Puyallup River au dessous de son confluent avec le Mowick, et à les amener, par une canalisation de 16 kilom., jusqu'à un réservoir situé sur un haut plateau, d'où elles sont envoyées aux turbines au moyen de conduites métalliques, sous une pression de 266 mètres de hauteur d'eau. Les génératrices, calées directement sur l'arbre des turbines, fournissent du courant à 55 000 volts, qui est transmis

(1) Voir le *Génie Civil*, t. XLII, n° 13, p. 249.

(2) Voir le *Génie Civil*, t. XLII, n° 20, p. 332.

(3) Voir le *Génie Civil*, t. XLIV, p. 152, 176 et 190.

(4) Voir le *Génie Civil*, t. XLIV, n° 17, p. 266.

(1) Voir le *Génie Civil*, t. XLIII, n° 20, p. 318.

(2) Voir le *Génie Civil*, t. XLIV, n° 3, p. 41.

sous cette tension aux villes de Seattle et de Tacoma, lesquelles sont respectivement à 77 et à 51 kilom. de la station centrale.

Entre autres travaux importants, cette installation a nécessité la construction d'une voie à crémaillère de près de 6 kilom., et d'une voie funiculaire inclinée, rachetant une différence de niveau de 290 mètres.

Les travaux proprement dits ont été commencés le 1^{er} mars 1903, la première unité de 5 000 chevaux a été mise en service commercial le 14 avril 1904; les 20 000 chevaux prévus pouvaient être distribués le 23 juillet 1904.

Sur la marche des commutatrices. — *L'Electrical Review* (N.-Y.), du 6 août, reproduit un mémoire où M. S. C. LINDSAY indique les résultats de son expérience dans l'exploitation des sous-stations à l'aide de commutatrices à 60 périodes. Dans un premier cas, deux commutatrices transformant du courant alternatif à 1 500/310 volts, en courant continu à 550 volts, ne pouvaient fonctionner ensemble sans oscillations exagérées. Elles étaient alimentées par deux lignes triphasées à haute tension réunies, et un seul groupe de trois transformateurs.

Après avoir séparé les deux lignes, pour essayer d'alimenter la lumière et les moteurs synchrones avec l'une d'elles, et les commutatrices avec l'autre, on constata que la marche simultanée des commutatrices restait impraticable, même sans qu'elles fussent accouplées par le côté continu. La tension ayant été élevée à 30 000 volts, on trouva une amélioration, bien qu'il fût encore impossible d'employer les deux machines à pleine charge.

Une commutatrice diphasée à 250 volts ayant été installée dans une sous-station voisine, n'apporta aucun trouble tant que les deux lignes furent en parallèle; mais, avec une seule ligne, on remarqua que les deux commutatrices à 590 volts ne pouvaient fonctionner d'une façon satisfaisante que lorsque celle à 250 volts était arrêtée.

Le renforcement des lignes primaires fit disparaître toutes les difficultés, dues probablement à une chute excessive de tension.

Diverses précautions étaient nécessaires pour assurer la bonne marche en parallèle des machines alimentées par les mêmes transformateurs, et l'auteur déconseille vivement ce mode de groupement.

Il signale les difficultés qui sont survenues par suite d'accidents sur la ligne (courts-circuits, etc.), qui ont très fréquemment endommagé les commutatrices. Ces difficultés ont disparu après mise à la terre du neutre des transformateurs réducteurs.

L'auteur termine par quelques renseignements sur la surveillance et l'entretien des commutatrices, et des indications sur le choix des balais.

Les sous-stations polyphasées. — *L'Electrical Review* (N.-Y.), du 13 et du 20 août, publie un mémoire de M. S. L. PEARCE, dans lequel l'auteur examine d'abord les circonstances qui peuvent influer sur le choix du système (diphasé ou triphasé) et sur celui de la fréquence. Il étudie ensuite les avantages respectifs des divers types d'appareils convertisseurs, puis la disposition du tableau. Il cite des exemples de sous-stations construites d'après les divers types, et en reproduit les plans d'ensemble.

En terminant, il donne divers renseignements sur l'excitation des commutatrices et des groupes synchrones, sur l'équilibrage de la lumière dans les réseaux à trois fils, et sur les oscillations des groupes synchrones accouplés.

Il conclut en faveur des commutatrices à 25 périodes pour la traction, et des convertisseurs synchrones à la fréquence 50 pour les systèmes mixtes. Il considère néanmoins les appareils asynchrones comme également possibles, et signale qu'on peut quelquefois combiner avec avantage les deux systèmes.

Notes sur les essais d'appareils électriques. — La mesure des élévations de température pendant les essais de dynamos ou de transformateurs peut se faire soit au thermomètre (méthode peu exacte), soit à l'aide d'une bobine exploratrice, soit enfin par mesure de la variation de résistance.

Dans cette dernière méthode, on emploie en général un voltmètre et un ampèremètre, ce qui nécessite la présence de deux opérateurs, et donne des résultats erronés si les deux appareils ne sont pas soigneusement exacts.

M. M. A. SAMMETT décrit dans *L'Electrical Review* (N.-Y.), du 27 août, une variante de cette méthode, qui consiste à employer le même millivoltmètre

pour faire la lecture d'intensité (à l'aide d'un shunt) et la lecture de différence de potentiel. La déviation étant maintenue la même à l'aide de résistances en série avec le millivoltmètre, la précision de la lecture est indépendante de l'étalonnage de l'appareil.

L'auteur montre, par un exemple, l'erreur à laquelle peut conduire la méthode ordinaire en cas d'inexactitude des instruments.

Méthode de réglage de la tension sur les réseaux de distribution. — *L'Elektrotechnische Zeitschrift*, du 6 octobre, publie une étude de M. MÜLLENDORF, où l'auteur montre d'abord l'importance que prennent les conducteurs d'équilibre dans les réseaux de distribution lorsque les feeders sont inégalement chargés.

Il indique ensuite un moyen de réduire la section de ces conducteurs, en égalisant la chute de tension sur les feeders par une division convenable de ceux-ci, de façon à pouvoir utiliser tout ou partie de leur section.

Il démontre qu'il est nécessaire, d'une façon générale, d'égaliser les résistances du conducteur d'aller et du conducteur de retour, et que le réglage par combinaison des résistances des deux conducteurs n'est applicable que sur les réseaux non bouclés.

Il décrit enfin un combinateur pour feeder, applicable à ce dernier cas, et qui, avec des conducteurs divisés en trois sections, permet d'obtenir six résistances différentes, et de supprimer les conducteurs d'équilibre pour une différence de chute de tension de un dixième.

Les surtensions dans les réseaux triphasés. — On sait que, lors de l'ouverture brusque du circuit, ou de la fusion des plombs, les câbles concentriques des réseaux à courants alternatifs se trouvent exposés à des décharges entre le conducteur extérieur et le plomb.

Dans *L'Elektrotechnische Zeitschrift*, du 13 octobre, M. P. HUMANN montre que les mêmes phénomènes peuvent se passer sur les réseaux triphasés.

Lorsqu'un circuit triphasé qui comprend à une extrémité une génératrice, à l'autre extrémité un transformateur à vide, à l'un de ses câbles coupé au départ et un autre à l'arrivée (par fusion de coupe-circuits, ou pour toute autre raison), il peut se trouver dans les conditions favorables à la résonance.

L'auteur a entrepris, à cet effet, des expériences de laboratoire, à l'aide de trois capacités de 1 microfarad et d'une inductance de 3,4 henrys. A la fréquence 61 et avec 14 volts à la génératrice, il a obtenu 120 et 126 volts aux bornes des condensateurs.

Il fait remarquer que les limiteurs de tension employés pour protéger les réseaux contre les effets de ce genre ne doivent pas laisser passer une trop forte intensité, sous peine de donner eux-mêmes des surtensions.

Dans une deuxième série d'expériences, où les capacités sont surélevées connectées en étoile au lieu de l'être en triangle, l'auteur a encore obtenu aux bornes d'un condensateur une tension sextuple de celle de la génératrice. Il montre que les valeurs observées par les inductances correspondent à peu près à celles qu'indique le calcul, pour obtenir les conditions de résonance.

Traction électrique par le système Finzi. — *La Zeitschrift des Vereines deutscher Ingenieure*, du 24 septembre, annonce que les chemins de fer de la Valteline (*) expérimentent actuellement, comparativement à l'exploitation par courant triphasé à haute tension, le système de traction à courant alternatif monophasé, qui a été déjà essayé à Milan par M. Finzi (**).

Une voiture à quatre essieux a été équipée de quatre moteurs Finzi de 100 chevaux, alimentés sous 200 à 400 volts; elle est destinée à remorquer, entre Lecco et Sondrio, un train de 100 tonnes à la vitesse de 70 kilomètres.

ENSEIGNEMENT

L'installation métallographique de l'Institut métallurgique d'Aix-la-Chapelle. — L'Institut métallurgique d'Aix-la-Chapelle, dont le *Génie Civil* a signalé, il y a un an, l'inauguration (3), enseigne aujourd'hui régulièrement et fait pratiquer par ses

élèves des essais de métallographie, dont l'utilité pour la grande industrie semble aujourd'hui bien démontrée.

M. SCHÜLLER décrit, dans le *Stahl und Eisen*, du 15 octobre, le laboratoire de métallographie, qui possède des tours à polir les coupes métalliques, des microscopes spéciaux et un dispositif photomicrographique étudié par le professeur Martens, avec appareil destiné à l'éclairage intense de la coupe. Il existe aussi un appareil stéréoscopique pour l'examen des cassures, grain des métaux, etc.

L'Institut dispose également de plusieurs fours électriques Heroules, dont l'usage est précieux dans les études métallographiques.

HYGIÈNE

L'utilisation rationnelle des boues des eaux vannes et industrielles. — La boue charriée par les eaux vannes et par certaines eaux industrielles constitue la cause principale, sinon unique, de la pollution des cours d'eau. Pour supprimer cette pollution, les uns ont recours à l'auto-dissolution de la matière boueuse par l'entremise de réservoirs spéciaux (fosses septiques), les autres transforment la boue en un produit maniable, en une sorte de poudrette ou d'engrais d'un écoulement assuré, étant donnée sa valeur marchande appréciable.

M. DUYK, chimiste du Département des Finances et Travaux publics de Belgique, examine dans les *Annales des Travaux publics*, d'août 1904, les résultats qui ont été obtenus jusqu'ici dans ce sens. Après quelques mots sur la boue engrais et sur la boue combustible, il décrit le procédé Degener, qui a été appliqué pour la première fois à Cassel. Ce traitement des boues fournit non seulement un engrais solide, mais il permet encore l'extraction économique des matières grasses qui y sont contenues.

La boue, dans ce procédé, subit d'abord une préparation en vue de produire la coagulation des matières colloïdales, savonneuses, albuminoïdes et autres, et de libérer ainsi les corps gras qu'elle retenait en émulsion, les présentant au dissolvant dans un état qui en permet l'extraction presque intégrale en même temps que la récupération facile de ce dernier.

M. DUYK étudie d'abord la technique des opérations que comporte le procédé Degener, puis examine dans quelle mesure on peut en étendre les applications au traitement des boues de différentes provenances.

INDUSTRIES TEXTILES

Filature de coton avec commande électrique des machines, à Cordenons (Italie). — *L'Industrie textile*, d'octobre, donne des détails sur l'installation d'une filature de coton qui vient d'être établie à Cordenons, près de Venise, par la Mako Cotton Spinning Co, et dans laquelle la commande de toutes les machines est faite électriquement.

A 5 kilom. environ des usines, la Compagnie possède des chutes d'eau dont la puissance varie de 1 200 à 1 600 chevaux, et dont, pour l'instant, on n'utilise guère que 470 chevaux, un quart seulement des bâtiments prévus ayant été construits et étant en fonctionnement.

L'établissement comprend 25 000 broches à filer, et 6 000 à retordre, avec toutes les machines de préparation et de finissage nécessaires pour filer les numéros 50 à 160, avec les meilleurs classements de cotons Jumel et Géorgie.

Deux turbines de 350 chevaux actionnent des génératrices fournissant du courant à 8 000 volts, lequel est ramené à 250 dans la sous-station de la filature.

Chaque machine possède son moteur indépendant.

La salle de battage, la sous-station, la chaudière pour l'humidification par le procédé Sconfietti, les ventilateurs et les ateliers de réparation sont dans des bâtiments distincts, séparés de ceux de la filature; on a réduit ainsi au minimum les chances d'incendie. Les bâtiments sont d'ailleurs construits totalement en ciment armé.

L'éclairage est électrique, employant des lampes avec réflecteurs renvoyant la lumière vers le plafond, lequel agit alors comme surface d'éclairage, et diffuse une lumière très douce et très uniforme en tous les points des ateliers.

L'industrie du mercerisage. — Le *Moniteur Scientifique* d'octobre donne une étude détaillée de M. FRANCIS J. G. BEEZER sur l'industrie, aujourd'hui

(1) Voir le *Génie Civil*, t. XXIX, n° 7, p. 101.

(2) Voir le *Génie Civil*, t. XLIV, n° 48, p. 287.

(3) Voir le *Génie Civil*, t. XLII, n° 20, p. 230.

d'hui si importante, du mercerisage ⁽¹⁾, industrie que de grandes sociétés actuellement en voie de formation cherchent à monopoliser en Angleterre.

L'auteur décrit d'abord les soins qu'il faut prendre à la filature en vue du mercerisage, et les opérations préliminaires qu'il faut faire subir au fil : gavage, débouillage et blanchiment; puis il étudie l'opération du mercerisage proprement dit et les liquides mercerisants qui, bien que très nombreux théoriquement, se réduisent en pratique aux lessives de soude et à la sodoxyline, cette dernière permettant d'effectuer le mercerisage en écu, sans débouillage préalable.

Un grand nombre de types de machines sont passés en revue; ces machines appartiennent à deux groupes différents, selon qu'on opère sur le fil à l'état libre avec procédés chimiques empêchant le rétrécissement, ou que le mercerisage se fait à l'état tendu.

L'auteur termine par quelques considérations sur le mercerisage des fils en filature pendant la mise en écheveaux, la teinture et l'examen du brillant des cotons mercerisés, le mercerisage des tissus, celui de la ramie et, enfin, dresse deux tableaux donnant, l'un le nombre et la nature des appareils nécessaires pour une installation type, l'autre les prix de revient pour cette même installation.

MATÉRIAUX DE CONSTRUCTION

Résistance des mortiers hydrauliques à la mer

— M. CAMERMANN, Ingénieur-chimiste des Chemins de fer de l'État belge, ayant étudié, dans un précédent travail, les réactions auxquelles il fallait attribuer la décomposition des mortiers à la mer, avait montré que l'eau de mer dissolvait la chaux des ciments plus énergiquement que l'eau douce, qu'elle pénétrait dans les pores du mortier et que, par osmose, des échanges s'effectuaient entre la partie interne du mortier et l'eau d'immersion. L'eau de mer, appauvrissant le mortier en chaux, a pour effet de ronger le squelette solide agglomérant et de déposer dans les cavités des produits de décomposition dont les uns, tels que la magnésie, sont inoffensifs, dont les autres se dilatent en cristallisant, comme la chaux. Il montrait à quel point les mortiers appauvris en chaux par le passage de l'eau perdaient leur résistance initiale et attribuait la bonne tenue des mortiers de trass, dans les anciennes constructions maritimes, en Hollande, à leur imperméabilité et à leur haute teneur en silice et alumine, inattaquables par l'eau de mer.

M. Camermann avait également, dans ce travail, résumé les études sur le même sujet de MM. Michaëlis et H. Le Chatelier; celles-ci aboutissaient à la conclusion que les combinaisons de l'alumine et de la chaux des ciments avec les sulfates de l'eau de mer formaient un sulfo-aluminate de chaux en provoquant des augmentations de volume considérables. Ayant repris la question, il expose dans les *Annales des Travaux publics de Belgique*, d'août, les vues de M. Rebuffat, professeur à l'École des Ingénieurs de Naples, et de M. Maynard, chef du laboratoire d'essais de La Rochelle.

Les études de ces deux chimistes, basées sur des mortiers immergés en mer, aboutissent toutes deux à cette conclusion que la cause première et dominante des décompositions réside dans la dissolution de la chaux; les gonflements que l'on constate parfois sont subséquents, ils ne se produisent pas toujours; souvent ils sont d'importance secondaire.

Après avoir mis en évidence cette conclusion, M. Camermann examine l'influence des additions de pouzzolanes au ciment. D'accord avec M. Maynard, il estime que l'emploi du ciment à la mer n'est plus à redouter comme jadis, les additions de trass ou d'autres matières pouzzolaniques choisies étant de nature à corriger, dans une très large mesure, les déficiences résultant de ses éléments constitutifs.

MÉCANIQUE

Grue électrique de la gare de Calais-maritime.

— Pour faciliter la manutention des bagages et des colis de toute nature, particulièrement des fruits, qui doivent être expédiés en Angleterre, ou que le port de Calais reçoit de la Grande-Bretagne par les paquebots de Douvres, la Compagnie du Chemin de fer du Nord a installé, le long des voies qui bordent les quais de l'avant-port, une grue électrique à por-

tique, d'une force de 3500 kilogr., dont la *Revue générale des Chemins de fer* donne la description et les conditions d'établissement, dans son numéro de septembre. Cet engin de levage a été étudié de façon que la vitesse d'élévation puisse varier en fonction inverse de la charge, ce qui assure l'utilisation maximum du moteur, qu'on peut ainsi faire travailler constamment à sa puissance normale.

La grue peut circuler sur une voie de 4 mètres de largeur, à l'intérieur de laquelle se trouve la voie qui reçoit les wagons à charger ou à décharger. Le portique, formant bâti, supporte la plate-forme pivotante et la volée articulée. Le courant électrique est fourni à la dynamo sous 120 volts, par l'usine centrale de la gare de Calais-maritime. La canalisation est souterraine et comporte des prises de courant de distance en distance. Un système d'embrayages et de relais d'engrenages permet de réaliser quatre vitesses différentes pour la montée des charges, indépendamment du levage à vide et de la descente au frein, qui peuvent s'effectuer à une allure plus vive. La course verticale du crochet est de 24 mètres et la portée maximum de 15 mètres. La puissance absorbée, dans le cas le plus défavorable, atteint 180 ampères, ce qui correspond à une dépense de courant de 21,6 kilowatts.

Les presses de forge et leur installation dans les ateliers.

— Dans une conférence à la Société des Ingénieurs mécaniciens allemands, reproduite par les *Annalen für Gewerbe und Bauwesen*, des 15 août et 1^{er} septembre, M. PETER passe en revue les presses de tous genres qui sont utilisées dans les ateliers de construction, cisailles, presses à forger, à étamer, à matricer, à étirer, à embattre, à emboutir, etc.

Il décrit successivement des types variés de presses hydrauliques montées avec leur pompe, ou avec pompe et accumulateur, donne quelques indications sur les puissances, les vitesses de piston et les nombres de coups par minute qu'on peut réaliser, et explique, par de nombreux exemples empruntés aux principales usines d'Allemagne, comment sont disposées les installations les mieux étudiées : canalisations, appareils auxiliaires de levage, fours de réchauffage, etc.

Machine à fabriquer automatiquement les manchons des becs à incandescence.

— Le *Scientific American*, du 1^{er} octobre, décrit cette machine, qui a été imaginée par M. Joseph T. ROBIN, et qui est actuellement en usage aux États-Unis.

Le manchon, dont la couture est faite avec un fil d'amianté terminé par une boucle à laquelle il reste suspendu pendant toute la série des opérations, est successivement flambé par cinq brûleurs Bunsen, avec les précautions nécessaires pour empêcher que les inégalités au rétrécissement n'en changent la forme, puis il est immergé dans le bain où ils imprègnent des substances qui doivent lui donner la cohésion permettant son transport jusqu'au moment de la mise en service; il est enfin séché.

La machine produit, par heure, 450 manchons sans aucun défaut (ce que ne donne jamais le flambage à la main); elle ne nécessite la présence que de deux ouvriers : l'un pour accrocher les manchons à flamber aux attaches de chaînes sans fin; l'autre pour les décrocher quand ils sont terminés.

Détermination graphique du diamètre des arbres de transmission.

— M. Lucien VOGEL publie, dans le *Dinglers Polytechnisches*, du 15 octobre, une série de diagrammes permettant de déterminer, suivant les conditions de longueur, de puissance, de vitesse et de résistance du métal, les diamètres des arbres de transmission.

MÉTALLURGIE

Laminaires à blooms, billettes, poutrelles et rails.

— M. E. RICHARME, Ingénieur civil des mines, publie, dans le *Bulletin trimestriel de la Société de l'Industrie minière* (2^e livraison de 1904), un intéressant travail sur les laminaires à blooms, billettes, poutrelles et rails. Après avoir consacré un chapitre aux lingots pour blooms, billettes, poutrelles et rails et examiné le chauffage des lingots et des blooms, l'auteur en étudie le laminage proprement dit. Il passe en revue les défauts des lingots et des barres laminées, puis décrit quatre installations types déjà anciennes pour laminage de rails. Il donne ensuite la description de deux installations modernes pour le laminage des blooms, billettes, rails et poutrelles et termine par une discussion sur la section du lin-

got et l'emploi des blooms à la place des petits lingots.

En résumé, d'après M. Richarme, l'emploi de la haute pression et de la condensation centrale avec des machines à vapeur réversibles compound tandem doubles ou triples, réalise un ensemble d'outils qui fonctionne économiquement au point de vue de la bonne utilisation de la vapeur par rapport au travail de laminage exécuté. Ces machines réversibles sont en général aussi économiques que les machines à volant fonctionnant dans les mêmes conditions et, dans certains cas, plus économiques.

D'autre part, comme ces machines réversibles tournent jusqu'à 150 tours en attaquant par engrenages avec réduction de vitesse de 2,5 des duos bloomings et directement des duos finisseurs, et comme ces trains sont bien outillés en appareils mécaniques pour manœuvrer la barre en cours de laminage, elles permettent de traiter des pièces de plusieurs tonnes et d'arriver à des longueurs de barre finie de plus de 100 mètres.

L'action de l'homme dans ces trains réversibles se réduisant à celle d'un mécanicien, la production de ces outils est énorme et peut atteindre 1000 tonnes par vingt-quatre heures avec des frais réduits de main-d'œuvre. Aussi ne lamine-t-on, de plus en plus, aux trains trios de petit diamètre, que des barres légères et courtes, en laissant aux trains réversibles de gros diamètre le soin de laminer les barres lourdes et longues, ce qu'ils réalisent avec aisance et économie. De la sorte, il est possible à nos usines de l'est de la France, avec leurs puissants convertisseurs Thomas de 15 à 20 tonnes coulant des lingots de 2, 3 et 4 tonnes, laminés avec peu de houille de réchauffage et des frais réduits de vapeur dans des trains réversibles parfaitement outillés, de se présenter avec succès sur le marché international et d'y placer avec bénéfice leurs produits.

La fusion pyriteuse.

— M. LOBIN, Ingénieur en chef des Mines, Professeur de métallurgie à l'École des Mines, étudie, dans les *Annales des Mines*, de juillet 1904, la fusion pyriteuse. Cette méthode, expérimentée à l'usine de cuivre d'Allah-Verdi (Caucase), n'y a donné que des résultats médiocrement satisfaisants; ils sont cependant, d'après l'auteur, intéressants en ce sens qu'ils montrent la possibilité d'utiliser la chaleur de combustion des sulfures, pour faciliter la concentration des minerais de cuivre par fusion au four à cuve. M. Lodin précise d'abord le sens du mot *fusion pyriteuse*, employé dans des acceptions fort diverses et rappelle que c'est seulement en 1889 qu'un brevet fut demandé aux États-Unis, par M. Lawrence Austin, en vue d'utiliser la chaleur dégagée au cours de la combustion des sulfures. Le brevet de M. Austin portait sur deux points principaux : 1^o le chauffage du vent à une température comprise entre 425 et 588 degrés; 2^o une disposition spéciale de chargement ayant pour but d'amener une partie des minerais au niveau de l'ouvrage, sans qu'ils eussent subi de réchauffage préalable, alors que l'autre partie se réchauffait au contact du courant ascendant de gaz, comme dans un four à cuve ordinaire.

L'auteur étudie alors successivement la formule du brevet Lawrence Austin (chargement en colonnes parallèles), la fusion au four à cuve ordinaire, sans addition de combustible, et la fusion au four à cuve ordinaire, avec addition de combustible. Il conclut :

1^o La formule brevetée par M. Lawrence Austin qui comporte l'emploi d'un tube central refroidi par circulation d'eau, est inapplicable en pratique;

2^o La fonte de concentration des minerais pyriteux, sans addition de combustible solide, n'est réalisable, au four à cuve ordinaire, que dans des conditions exceptionnelles, notamment en ce qui concerne la constitution des minerais traités. Elle est facilitée par le chauffage du vent;

3^o Cette opération peut se pratiquer régulièrement moyennant une addition fixe de 3 à 5 % de combustible, pourvu que ce dernier soit aussi dense que possible et que le soufflage soit très actif. Il est avantageux de chauffer le vent quand le minerai est pauvre en soufre;

4^o La suppression du grillage préalable diminue, pour un débit de vent déterminé, la production journalière du four, si l'allure de celui-ci est convenablement réglée à l'origine; elle peut l'augmenter dans le cas contraire.

La fabrication des chaînes sans soudure.

— M. FRANÇOIS, ingénieur civil, étudie, dans les *Annales des Travaux publics*, d'août 1904, la fabrication des chaînes sans soudure par le procédé belge

¹ Voir le *Génie Civil*, t. XLIV, n° 17, p. 266.

du laminage annulaire. Il passe tout d'abord en revue l'usage et la classification des chaînes, et montre de quelle manière leur enroulement sur les tambours, poulies et barbotins sollicite les maillons à la flexion. Après avoir indiqué ce que doivent être les fers à chaînes et donné quelques renseignements sur leur résistance, leur entretien, et les moyens de prévenir les accidents causés par leur utilisation, l'auteur examine le mode d'emploi et la consommation des chaînes d'ancre, leur historique et les épreuves auxquelles on les soumet. Il rappelle enfin la fabrication des chaînes soudées, qui n'aurait pas fait depuis longtemps de progrès sensibles, et décrit le procédé Masion par laminage annulaire. La chaîne Masion n'est pas, à proprement parler, une chaîne sans soudure; c'est une chaîne fabriquée mécaniquement au moyen d'un soudage d'une nature inoffensive; la soudure y affecte tout le développement du maillon, d'une manière égale et uniforme et chaque section y offre plusieurs soudures comparables aux mises superposées des barres de fer laminées.

Pour fabriquer un maillon, on enroule, sous compression, plusieurs fois sur lui-même, à travers le dernier maillon de la chaîne en fabrication, un fer méplat chauffé au blanc soudant.

Une usine à laminer les chaînes par ce procédé est en cours de construction à Borsigwerk (Haute-Silésie), elle sera capable d'une production annuelle de 5.000 tonnes.

Le travail du fer et de l'acier en Amérique. — Dans une série d'études sur les usines métallurgiques des États-Unis, que donne l'*Engineering* des 9, 16, 23 et 30 septembre, M. David E. ROBERTS montre par quels moyens pratiques les Américains sont arrivés à une production économique. C'est en recherchant et appliquant systématiquement la division du travail, en s'efforçant de la pousser à l'ultime limite, et en substituant le travail mécanique au travail manuel toutes les fois que cela est possible. Cela conduit quelquefois à l'adoption de machines colossales, d'appareils énormes d'une puissance considérable, pour l'accomplissement d'opérations souvent très simples.

Malgré le prix élevé de ces machines, les industriels n'hésitent pas, cependant, à se débarrasser d'un matériel considérable et relativement récent, pour le remplacer radicalement par un autre ayant quelque supériorité sur le premier. Quelquefois même, ce nouveau matériel est à peine plus perfectionné.

La plupart des produits de l'industrie américaine se ressentent, d'ailleurs, de cette façon de travailler, ils ont souvent un air de provisoire et un manque de fini dans les parties accessoires qui les font distinguer à première vue des produits européens.

Cette manière de travailler exige des capitaux énormes; elle peut se justifier en Amérique par la demande d'une clientèle rapprochée, nombreuse, et d'une industrie relativement jeune et en voie de développement rapide; au dire de l'auteur, elle serait au moins très imprudente en Europe: les débouchés y sont trop limités et trop recherchés par les concurrents.

Dans cet article, l'auteur décrit plusieurs usines types et leurs opérations métallurgiques; il accompagne ces descriptions d'un grand nombre de schémas montrant clairement le fonctionnement des différents outils et appareils ou de leurs parties essentielles; il décrit de la même façon la maintenance des divers produits.

Les matériaux de moulage pour la fonderie d'acier. — Le *Stahl und Eisen*, du 15 août, contient un article relatif aux différentes variétés de sables de moulage employés pour la fonderie d'acier en Allemagne, aux mélanges qui donnent les meilleurs résultats, ainsi qu'aux soins particuliers exigés pour leur pilonnage et pour le passage à l'étuve.

La constitution et l'utilisation industrielle des scories métallurgiques. — Dans un mémoire publié par le *Stahl und Eisen*, du 1^{er} septembre, M. MATTHESUS expose la genèse des scories métallurgiques dans les hauts fourneaux et fours divers, et comme produits de la réaction, soit comme produits résultant de la présence d'impuretés inevitables dans les matières premières traitées.

Il insiste ensuite sur la classification de ces scories, qui sont pour la plupart des sulfures, des aluminates ou borates des silicates ou des phosphates. L'étude et la classification particulière des silicates

ont été faites principalement par les savants Akermann et Vogt, de Christiania, et l'auteur donne plusieurs tableaux relatifs à cette classification, aussi bien qu'à celle des phosphates.

M. Mathesius traite ensuite des applications industrielles des scories, signale brièvement l'emploi de l'alumine artificielle comme produit céramique ou comme produit employé pour le moulage et s'étend principalement sur les emplois du ciment de laitier dans la construction, ainsi que sur l'utilisation en agriculture des scories phosphoreuses pulvérisées, questions dont il retrace assez longuement l'historique.

L'industrie du coke en Allemagne, pendant les dix dernières années. — L'industrie métallurgique allemande n'importe plus aujourd'hui de l'étranger que des quantités insignifiantes de coke, malgré l'accroissement considérable de sa consommation.

La fabrication du coke métallurgique est principalement concentrée auprès des houillères de la Ruhr, de la Haute et de la Basse Silésie, près d'Aix-la-Chapelle, et aussi en Saxe, à Zwickau.

M. Oskar SIMMERSBACH passe en revue, dans le *Stahl und Eisen*, du 15 octobre, chacun de ces bassins et indique leur production en coke depuis 1893 jusqu'en 1903. Ainsi, pour le bassin de la Ruhr, elle s'est accrue de 4 780 000 à 11 006 000 tonnes dans ce laps de temps. Le coke de la Ruhr tient la première place en Allemagne par sa dureté et sa composition chimique avantageuse.

Pour la Haute-Silésie, la production a varié de 1 060 tonnes, en 1893, à 1 241 000, en 1903, avec maximum de 1 410 000 en 1900.

Les bassins de la Basse-Silésie, de la Sarre, d'Aix-la-Chapelle, sont beaucoup moins importants. Celui d'Obernkirchen, également en Prusse, qui avait donné une moyenne de 30 000 tonnes jusqu'en 1902, est tout à coup monté à 78 000 tonnes en 1903.

Le bassin de Zwickau a sensiblement décroché, au contraire, de 78 600 tonnes en 1894, à 57 300 en 1902, et 62 600 en 1903.

L'auteur reproduit plusieurs tableaux d'analyses des diverses variétés de charbons de ces districts.

Abordant ensuite une statistique plus générale, il note que la production de l'Allemagne entière est passée, presque régulièrement, de 7 099 000 tonnes en 1893, à 14 375 000 en 1903, lui donnant ainsi le second rang après les États-Unis.

En effet, en 1902, la production des principaux pays était: États-Unis, 23 millions de tonnes; Allemagne, 14 millions; Angleterre, 10 millions; Belgique et Russie, 2 millions; France, 1 850 000 tonnes.

Wagons pour le transport des scories dans les usines métallurgiques. — M. FRÖLICH décrit, dans la *Zeitschrift des Vereines deutscher Ingenieure*, du 6 août, un certain nombre de types de wagons, à voie étroite ou normale suivant les cas, qui sont employés dans diverses grandes usines métallurgiques d'Allemagne ou d'Amérique.

La plupart se composent d'un truck ordinaire très robuste, qui porte une cuve à parois évasées susceptible de basculer sous l'action de déclenchements appropriés.

Dans certains cas, les longerons du châssis, entrés en leur milieu, reposent aux extrémités sur deux petits bogies. Un robuste cadre horizontal, porté par deux forts galets et monté au-dessus de ce châssis, porte la cuve, dont la contenance peut aller jusqu'à 5 ou 6 mètres cubes. Un treuil à engrenages, qui agit sur le cadre permet de faire basculer progressivement la cuve ou de la ramener dans la position verticale. Le poids mort d'un de ces wagons, dont les plans sont reproduits, atteint 27 tonnes.

De nombreux croquis accompagnent cette étude.

Traitement des schlamms aurifères par le système de la décantation. — Une étude de M. E. J. LASCHINGER sur ce procédé est reproduite par l'*Engineering and Mining*, du 29 septembre.

L'auteur rappelle d'abord en quoi consiste le procédé: la bouillie fluide des schlamms précédemment lessivés par les moyens ordinaires est mise à déposer dans des bassins de décantation; le liquide clair surnageant est évacué, et la boue épaisse restante est mélangée, dans la proportion de 1 pour 3,5 en volumes, avec une solution faible de cyanure de potassium; on agite et laisse déposer à nouveau; le dépôt, séparé comme précédemment, est traité à nouveau par une solution faible de cyanure tandis que le liquide clair ou première lessive est traité par le zinc; la deuxième lessive, tenant or, sert à faire la

première, la bouillie qu'on en extrait est, en général, additionnée d'eau et évacuée telle quelle.

Théoriquement, on peut faire évidemment un nombre quelconque de lessivages; pratiquement, ce nombre est limité par les conditions suivantes: la teneur en or, la finesse des schlamms, le temps qu'ils mettent à se déposer, et la quantité d'eau dont on dispose.

Ces sont les conditions d'économie maximum correspondant à chaque cas de la pratique que l'auteur cherche à établir dans son étude. Le procédé, généralement pratiqué avec deux lessivages seulement, a donné de si bons résultats que la tendance actuelle au Rand est de chercher à faire des schlamms plutôt qu'à les éviter, comme on s'y efforçait autrefois. On récupère ainsi, en effet, jusqu'à 98,3% de l'or trouvé à l'analyse, résultat qui est rarement atteint par l'emploi, d'ailleurs beaucoup moins économique, du filtre-pressé.

L'expérience a montré qu'il y a intérêt à opérer sur des éléments aussi fins que possible; cependant, le plus souvent, il n'y a pas lieu de faire des schlamms ou de rebroyer les parties les moins fines: le coût de ces opérations n'étant pas généralement en rapport avec le bénéfice qu'on peut retirer d'un traitement supplémentaire.

MINES

Le cuivre en Transcaucasie. — M. Nicou, Élève-Ingénieur au corps des Mines, publie dans les *Annales des Mines*, de juillet 1904, les renseignements qu'il a recueillis au cours d'un voyage au Caucase, sur l'industrie des mines dans cette partie de la Russie.

Les minerais de cuivre de Transcaucasie ont donné lieu de tout temps à une notable exploitation: l'histoire ancienne signale l'existence d'une peuplade, les khables, qui vivaient sur les bords de la mer Noire et qui avaient su se faire une certaine réputation comme métallurgistes; des tas de scories, recouverts aujourd'hui de terres détritiques, montrent d'ailleurs les restes d'une ancienne industrie. Les gisements actuellement exploités sont tous situés dans l'Anti-Caucase, région montagneuse séparée par les vallées de la Koura et du Rion de la chaîne principale et réunie simplement à elle par la chaîne transversale du Souran.

La Russie a produit, en 1900, 8 250 tonnes de cuivre dont 48% provenaient de ces régions. Les gisements les plus productifs sont: Kedaberg, à 43 kilom. de la voie ferrée de Tiflis à Bakou; Allali-Verdi, sur le chemin de fer de Tiflis à Alexandropol, et ceux du district de Zangheour qui, avec l'usine de Sionninsk, est très isolé, étant à 214 kilom. de la station d'Evlak, sur la ligne de Tiflis-Bakou.

M. Nicou passe en revue chacun des gisements de la Transcaucasie, classés par gouvernements: Élisabethopol, Tiflis, Batoum et Kars, Ériwan.

Il donne pour chacun d'eux d'intéressants détails sur l'exploitation et le traitement du minerai, ainsi que sur les usines en exploitation.

L'auteur fait remarquer également que le développement de ces exploitations dépend essentiellement de l'amélioration des voies de communications qui actuellement seraient insuffisantes.

Le boilage dans les mines. — Cette question est étudiée en détail par M. J. H. BATCHELLER, dans l'*Engineering and Mining*, des 15, 22 et 29 septembre.

L'auteur examine d'abord la nature des essences d'arbres qu'il convient d'employer suivant les différents cas, selon leur résistance mécanique, leur endurance aux organismes qui en amènent la pourriture et l'usure au frottement; puis, il étudie la taille des bois, leur coupe et les différents modes d'emploi dans la mine, les dimensions et les dispositions à adopter suivant l'usage auquel ils sont destinés; il passe ensuite en revue les différents sortes de cadres employés dans les mines, dans les galeries et les descenderies et fait ressortir leurs avantages et leurs inconvénients.

Les mines de fer de Janisch-Takilsk, dans la presqu'île de Kertch (Russie). — M. FRIZ donne quelques renseignements, d'après un mémoire de l'Ingénieur des Mines PODGAJETSKY, dans le *Stahl und Eisen*, du 1^{er} septembre, sur les minerais de fer de Janisch-Takilsk, situés dans le gouvenement de Tauris, à 28 kilom. de la ville de Kertch et à peu de distance de la mer. Ce sont des minerais de fer oolithique intercalés dans les formations tertiaires et affleurant à Janisch-Takilsk.

La puissance du gisement varie de 10 à 17 mètres. La teneur en fer varie de 38 à 42 %, celle en manganèse, de 2 à 4 %; il y a environ 1 % de phosphore.

Le prix de revient du poud (environ 6 tonnes) de minerai transporté par bateau à Mariupol et chargé sur wagon dans ce port est approximativement de 7 francs.

Il a été installé une usine à briquettes de minerai, usine dont les fours sont chauffés au naphte du Caucase. On a essayé avec succès d'enrichir le minerai en cuisant ces briquettes dans un four à flamme réductrice, également chauffé au naphte.

Machines d'extraction des charbonnages d'Arnim, à Planitz (Silésie). — M. GENTSCH décrit, dans la *Zeitschrift des Vereines deutscher Ingenieure*, du 1^{er} octobre, deux machines électriques d'extraction semblables, installées au puits Alexandre, des charbonnages d'Arnim, à Planitz (Silésie).

Ces machines, qui peuvent remonter une charge utile d'une tonne à la vitesse de 8^m 50 par seconde, sont commandées chacune par un moteur à courant continu de 225 chevaux. La vitesse est réglée par modification de l'excitation de la dynamo génératrice.

L'auteur décrit également une machine d'extraction à vapeur, installée aux mines du prince de Hohenlohe, et qui monte une charge de 5 tonnes à la vitesse de 11 mètres. Toutes ces machines actionnent des tambours doubles, cylindriques, sur lesquels s'enroulent des câbles ronds en acier.

NAVIGATION

Le nouveau service des bateaux à vapeur pour l'Irlande, par Heysham, de la Compagnie du Midland Railway. — L'*Engineering*, du 29 juillet, du 19 août, du 2 et du 30 septembre, décrit le nouveau port de Heysham, que la Compagnie anglaise du Midland Railway vient de créer tout spécialement sur la côte du Lancashire, pour la correspondance de ses trains de voyageurs avec les steamers faisant le service de l'Irlande et de l'île de Man. Elle a fait construire, de même, plusieurs bateaux à vapeur, d'un modèle nouveau, qui lui appartiennent en propre, et qui sont aménagés spécialement pour le service rapide de correspondance. La description de ces navires et l'organisation du service sont également décrits dans ces articles.

Le choix du port a été déterminé par ce fait qu'il sera possible d'y entrer et d'en sortir à toute heure de la marée et à pleine vitesse; ces conditions n'étaient pas réalisées quand la traversée se faisait sur les bateaux de compagnies de navigation distinctes, par les ports de Morecombe et de Barrow.

On obtiendra ainsi la très grande rapidité de transbordement qui paraît indispensable sur cette route fréquentée, surtout en été, par un public nombreux et pressé, allant prendre ses vacances en Irlande et dans l'île de Man.

PHYSIQUE INDUSTRIELLE

Les économies dans la chaufferie. — L'*Electrical Review* (N. Y.), du 6 août, reproduit une communication où M. R. S. DOWNE, en se plaçant plus spécialement au point de vue des stations centrales d'électricité, examine les moyens de réduire au minimum les dépenses de combustible.

Après avoir montré l'influence du facteur de charge sur la consommation, l'auteur insiste sur la nécessité de laisser en service le plus petit nombre possible de chaudières. Il fait ensuite ressortir l'importance du coefficient personnel du chauffeur; il a trouvé, entre les meilleurs et les plus mauvais chauffeurs, une différence de 23 % dans la puissance et de 18 % dans le rendement des mêmes chaudières. Il engage à appliquer des primes d'économie, et indique un système qu'il a employé.

Il fait valoir les avantages d'une surchauffe modérée, et rappelle les résultats d'essais qui ont donné une économie de 17 % en eau et 16 % en combustible. Il examine la question des appareils de chauffe automatique, et émet des doutes sur l'économie qu'ils peuvent procurer.

Enfin, il donne divers détails sur la façon de réaliser la meilleure combustion, montre qu'on doit partir d'une haute température initiale, et avoir une haute température dans la chambre de combustion.

Le rendement moyen (chaudière et surchauffeur combinés) qu'il a obtenu a été de 52 %.

Abaque pour l'étude des turbines à vapeur. — M. PROELL publie, dans la *Zeitschrift des Vereines deutscher Ingenieure*, du 17 septembre, un abaque destiné à simplifier et à faciliter l'établissement des diagrammes de thermodynamique nécessaires à l'étude théorique des turbines à vapeur. Cet abaque appartient à la catégorie des abaques à alignement, dont M. le professeur d'Ocagne a exposé la théorie dans son *Traité de Nomographie* (1). L'auteur a développé les explications sur l'usage à faire de cet abaque et sur les résultats qu'il permet de trouver très rapidement.

Les turbines à vapeur en Amérique. — Dans la *Zeitschrift des Vereines deutscher Ingenieure*, des 24 septembre et 1^{er} octobre, M. CLARENCE FELDMANN passe en revue les types de turbines à vapeur les plus répandus en Amérique, en donnant de nombreux détails sur leur construction.

Ces turbines, qui ont été fréquemment décrites dans le *Genie Civil*, sont celles de : de Laval, Parsons (type Westinghouse) et Curtis.

Plusieurs turbo-générateurs de 5 000 kilowatts, qui constituent des unités remarquables, si l'on songe depuis combien peu d'années ces systèmes sont expérimentés, font l'objet de descriptions spéciales.

L'auteur donne aussi les plans de régulateurs, pivots, paliers, et des diagrammes de rendement et de consommation de vapeur, qui sont d'utiles documents.

RÉSISTANCE DES MATÉRIAUX

Nouvelle méthode d'essais mécaniques des métaux. — Dans une communication à la Société d'Encouragement, publiée par la *Revue de Métallurgie*, d'août, M. GUILLERY décrit les appareils que la Société française de Constructions mécaniques a fait étudier et construire dans ses ateliers (1) de Denain, pour permettre à ses Ingénieurs et contre-maitres d'y suivre l'état d'emploi des métaux entrant dans les diverses fabrications.

Ces appareils sont basés :

1° Pour la mesure de la résistance, sur la pénétration de billes soumises à une pression constante (procédé indiqué par M. Brinell);

2° Pour la mesure de la limite élastique, sur l'écrasement d'un solide poli (procédé indiqué par M. Fremont);

3° Pour la mesure de la fragilité, sur la flexion par choc sur barreaux.

D'après l'auteur, la caractéristique allongement serait inutile si l'on est fixé exactement sur la dureté et sur la fragilité d'un métal; la limite élastique ne serait nécessaire que pour des emplois spéciaux et en dehors des fournitures ordinaires de l'industrie dans lesquelles entrent seuls les aciers au carbone.

L'essai par empreinte de billes est la vraie caractéristique de la dureté. Le principe des appareils utilisés dans ce cas, à Denain, consiste à enfoncer la bille dans le métal, au moyen de la pression donnée par des rondelles Belleville sous une flèche déterminée. Deux types en ont été établis : l'un portatif, permettant de reconnaître très rapidement des erreurs grossières, par exemple, dans le cas où l'on se serait trompé de lingot au laminage; le deuxième est un appareil de précision qui, sans être bien encombrant, convient à toutes les réceptions et aux recherches sur les aciers. Il est disposé pour agir par une pression statique et se prête sans modification à la mesure de la limite élastique.

La mesure de la fragilité s'obtient, à Denain, en évaluant le travail absorbé par la rupture par choc à grande vitesse de barrettes entaillées.

L'auteur préconise l'emploi de la barrette $10/10$ avec entaille arrondie de 2 millimètres de profondeur sur laquelle le laboratoire des Ponts et Chaussées a fait de nombreux essais. L'appareil est constitué en principe par un volant qui, lancé à une vitesse convenable, provoque la rupture de la barrette. La variation de force vive qui en résulte est accusée par la réduction de vitesse et donnée par une simple lecture.

M. Guillery insiste en terminant sur la constance des indications de cet appareil, sur son encombrement restreint, son poids relativement faible, sur sa production importante, à l'heure, de barrettes cassées et, enfin, sur la sécurité que son emploi présente.

Influence du traitement thermique sur la fragilité des tôles de chaudière en fer et en acier.

— M. CHARLES LE CHATELIER, ayant constaté au cours de la fabrication des chaudières de locomotives des résultats très différents au point de vue de la fragilité dans les divers essais de flexion par choc sur barreaux entaillés que l'on prélevait sur les éléments de chaudières, entreprit des essais en vue de rechercher le traitement thermique le plus pratique et le plus efficace à faire subir aux trois métaux ordinairement affectés à ces fabrications : le fer, l'acier extra-doux et l'acier doux.

Les résultats de ces expériences, que l'auteur signale dans la *Revue de Métallurgie*, d'août, peuvent se résumer comme suit :

Quelles que soient les circonstances du traitement thermique et du travail de forge, le fer a donné des résultats inférieurs à l'acier au point de vue de la fragilité.

L'acier a été légèrement amélioré par un recuit prolongé; le fer ne l'a pas été.

L'amélioration de l'acier par le recuit à la volée a été sensible; il y a eu aussi amélioration, mais moins importante, proportionnellement, pour le fer.

La trempe a fourni, pour le fer comme pour l'acier, le maximum d'amélioration; pour l'acier, la trempe n'a donné guère plus que le recuit à la volée; pour le fer, l'amélioration par la trempe a été sensiblement plus importante que celle obtenue par le recuit à la volée.

Le but de ces essais était de juger de l'influence du recuit prolongé sur l'ensemble des chaudières de locomotives, recuit encore imposé par les cahiers des charges de certaines Compagnies de chemins de fer; M. Ch. Le Chatelier croit pouvoir conclure qu'il y a lieu, étant donnée l'impossibilité pratique de la trempe, de supprimer le recuit d'ensemble inévitablement prolongé, par conséquent dangereux, et de se contenter d'un recuit à la volée bien conduit, sur les seules tôles qui ont subi un travail important de forgeage.

La Compagnie P.-L.-M., à la suite d'essais sur le même sujet, partage d'ailleurs cette manière de voir.

Sur l'essai des bandages en acier. — M. ROUSSEL expose, dans la *Revue de Métallurgie*, d'août 1904, les résultats d'essais qu'il a exécutés sur les bandages en acier destinés au matériel des chemins de fer.

Une première série d'expériences sur des bandages de locomotives, de tenders, de voitures et de wagons lui permit de conclure que :

Le travail moléculaire d'un bandage comprimé suivant deux points diamétralement opposés, est indépendant du diamètre du bandage, pour une même déformation relative, et proportionnel au module de flexion de la section transversale.

Il vérifia, par une seconde série d'expériences, si cette loi relative à la résistance vive des bandages, déduite d'épreuves statiques, pouvait se contrôler sous l'action d'efforts dynamiques, en soumettant à des essais au choc des bandages ayant les mêmes diamètres, les mêmes sections et provenant des mêmes coulées que ceux essayés à la compression.

Les résultats obtenus permirent à M. Roussel de conclure que : 1° pour des bandages de section identique et de diamètres différents, une même déformation relative correspond au même coup de mouton; 2° pour des bandages de différentes sections, des chocs proportionnels aux modules de flexion donnent, relativement au diamètre, les mêmes déformations.

Nouvelle théorie des crochets d'attelage et de suspension. — Ce mémoire est le premier d'une série que publiera l'Université de Londres sous le titre : *Drapers' Company Research Memoirs*. Cette publication a pour origine un don de 25 000 francs fait par la Corporation des Drapiers de Londres à l'University College en vue d'y faire ou d'y poursuivre des recherches dans le domaine des mathématiques appliquées.

Dans ce premier mémoire, les auteurs, MM. E. S. ANDREWS et KARL PEARSON, comparent la théorie courante qui sert de base au calcul des dimensions des crochets, avec une nouvelle théorie qu'ils proposent d'adopter comme rendant mieux compte des faits.

Les conclusions principales auxquelles ils arrivent sont les suivantes :

La théorie actuelle ne se vérifie pas par l'expérience; elle conduit à des résultats irréguliers et s'oppose à un perfectionnement de la forme des crochets; elle ne tient pas un compte suffisant de la

(1) Voir le *Genie Civil*, t. XXXV, n° 26, p. 425.

(1) Voir le *Genie Civil*, t. XLV, n° 21, p. 337, et n° 22, p. 353.

courbure intérieure ni de la forme de la section droite principale; elle est inapplicable aux crochets de différentes dimensions.

L'accident du pont Maximilien à Munich.

Il s'est produit, le 27 juin dernier, à Munich, sur le pont Maximilien qui se trouvait en cours de construction, un curieux accident sur lequel M. DIETZ donne, dans la *Zeitschrift des Vereines deutscher Ingenieure*, du 17 septembre, des explications détaillées.

Le pont en question est celui qui traverse le bras droit de l'Isar par deux arches surbaissées en maçonnerie, de 44 mètres d'ouverture chacune. Chaque voûte, large de 21^m80, est constituée par des voussoirs en pierres de taille formant un arc à trois rotules, et porte des piliers et des voûtelettes qui remplacent les tympans.

Les rotules consistent en deux coussinets en acier, encastrés dans des sommiers en fonte, et reposant l'un sur l'autre par une surface légèrement arrondie. Les sommiers en fonte reçoivent par leur large base la poussée des voussoirs extrêmes.

Les cintres de la première arche avaient été enlevés, ceux de la seconde étaient mis en décharge, et la construction des piédroits des voûtelettes se poursuivait sur l'extrados de la voûte, symétriquement par rapport à la clef, de façon à conserver l'équilibre des charges, quand il se produisit successivement aux diverses naissances un glissement complet du coussinet en acier supérieur sur le coussinet inférieur et ceci sur toute la largeur du pont; le coussinet supérieur, restant solidaire des voussoirs de l'arc, vint reposer sur le voussoir de naissance, au-dessous du coussinet sur lequel il reposait primitivement.

Les diverses phases de cet accident ont duré l'espace de trois à quatre heures.

M. Dietz étudie la grandeur et la direction des poussées qui ont dû se produire dans chaque région du pont; il fait observer que des chevilles en acier, implantées dans les coussinets normalement à leurs surfaces de contact, auraient paré à tout glissement, et qu'il était facile de les combiner de façon à ne pas entraver le jeu des rotules.

Épreuves de résistance d'une voûte en béton.

— M. HORN publie, dans la *Zeitschrift des Vereines deutscher Ingenieure*, du 24 septembre, le compte rendu d'épreuves de longue durée entreprises sur une voûte en béton (arc à trois rotules) par la Stuttgarter Zementfabrik Blaubeuren.

Cette voûte avait 20 mètres de portée, 1^m50 de flèche, une épaisseur maximum de 0^m32 aux reins; les rotules en acier s'appuyaient sur des coussinets de fonte. Elle était construite dans la cour de l'usine citée plus haut, et surmontée de voûtelettes dont les piédroits transmettaient les charges à son extrados.

La partie supérieure des voûtelettes constituait une plate-forme sur laquelle on accumulait les charges d'essais.

Le béton, composé de deux parties de ciment Portland pour 8 de sable et 15 de gravier, était malaxé dans une bétonnière à boulets en acier, et employé à l'état plastique. La voûte fut décentrée au bout de seize jours, et, douze jours plus tard, elle fut mise en charge.

Les charges ont été maintenues, avec des valeurs diverses, pendant plusieurs années, et les mouvements qui en résultaient, aussi bien que ceux produits par les variations de température, notés avec soin.

L'auteur reproduit un diagramme qui les résume et tire, des chiffres relevés avant la rupture de l'arc, quelques conclusions très générales.

SCIENCES

Idées anciennes et idées modernes sur la voie lactée. — M. PUISEUX a résumé, dans une étude publiée par le *Bulletin de la Société Astronomique de France*, d'août, toutes les hypothèses dont la voie lactée a été l'objet, depuis celle de Démocrite déclarant que la voie lactée est une agglomération de petites étoiles trop éloignées pour être aperçues isolément, jusqu'aux récentes recherches réalisées à l'Observatoire de Harvard College et à la remarquable méthode d'observation de M. Stratonoff, astronome à l'Observatoire de Tachkent.

Au nombre de ces théories, l'auteur rappelle l'une des plus hardies, celle de Thomas Wright, admettant que ce pont jeté à travers le ciel est simplement l'ensemble de la direction ou notre regard embrasse un plus grand nombre d'étoiles, tel serait le feuillet

d'un livre vu par la tranche; cette opinion fut adoptée sans réserve par William Herschell dans la première partie de sa vie; dans la seconde, il modifia ses idées, estimant que l'on n'a pas le droit de considérer la richesse du champ comme mesurant, dans une direction donnée, l'extension du monde sidéral. Les particularités très importantes qu'il entrevit concernant la distribution des amas d'étoiles et des nébuleuses, furent confirmées et précisées par son fils John Herschell.

M. PUISEUX, après avoir décrit l'aspect que la voie lactée présente à nos regards dans les deux hémisphères, avec ses trous, ses ramifications, ses déchirures, rappelle le fait signalé par J. Herschell et par le docteur Gould, que les astres brillants ne se concentrent en aucune façon sur la voie lactée, non plus, d'après les cartes de M. Stratonoff, que les étoiles des grandeurs suivantes : 6,1 à 6,5 et 6,6 à 7,0. La comparaison de ces cartes, dans lesquelles M. Stratonoff a consigné ses sondages étendus au ciel tout entier et subdivisés les étoiles par ordre de grandeur, établit l'existence d'un nombre assez élevé de nuées stellaires toutes à peu près situées dans le plan de la voie lactée, dont les unes se pénètrent et d'autres sont séparées par de larges espaces relativement vides. C'est seulement pour les nuées les plus voisines de nous qu'il est possible, actuellement, de déterminer la distance moyenne, la figure et l'épaisseur.

L'auteur estime qu'une application plus étendue de la méthode de M. Stratonoff, application qui deviendra possible dès que nous serons en possession de la carte photographique internationale, nous facilitera la connaissance plus approfondie du plan de la voie lactée.

TRAMWAYS

Le trafic marchandises sur les tramways électriques. — M. HANS ZIEBARTH expose, dans un mémoire publié par les *Mitteilungen des Vereines für die Förderung des Lokalbahnwesens*, de septembre, les avantages que les exploitations de tramways peuvent retirer du développement d'un trafic marchandises judicieusement adjoint à leur trafic voyageurs.

La traction directe des wagons des grandes lignes de chemins de fer est tout indiquée pour les tramways à voie normale; pour les autres, on a proposé et, dans certains cas, appliqué des dispositifs de trucks, automoteurs ou non, qui tournent la difficulté.

L'auteur résume les conditions de tracé, de gabarit, de solidité des voies que la ligne doit remplir pour se prêter à un service marchandises par grands wagons. A défaut de ces conditions, il reste la ressource d'employer un matériel roulant spécial au réseau des tramways. Les véhicules, dans ce cas, seront étudiés en vue des transports nécessités par les industries locales : wagons à charbon, à planches, à betteraves, etc. Le barème des tarifs, très important pour la réussite commerciale, sera étudié par comparaison avec le prix de revient des transports par la voie concurrente (en général par camionnage).

M. Ziebarth termine en rappelant les principales règles suivies dans l'exploitation des chemins de fer pour l'expédition, la réception, le chargement et le déchargement des marchandises, la comptabilité, etc., et qui peuvent s'appliquer au cas qu'il étudie.

TRAVAUX PUBLICS

Les établissements maritimes d'Anvers et leurs diverses extensions. — Le port d'Anvers offre aujourd'hui au commerce un accostage aux quais de l'Escaut, d'une longueur de 5500 mètres, trois bassins de batelage accessibles par une écluse maritime, un appontement, en amont des quais, destiné aux navires important du pétrole et des produits analogues, les bassins du Nord, au nombre de huit, enfin un bassin débouchant dans le canal de la Campine et destiné aux bateaux d'intérieur. Les bassins à flot sont desservis par deux écluses maritimes, dont l'une admet des bateaux calant 6^m10 et l'autre des bateaux dont le tirant d'eau ne dépasse pas 6^m40.

Par suite de l'accroissement du tonnage du port (ce tonnage a atteint, en 1903, 9 millions de tonnes à l'entrée), la ville d'Anvers décida, en 1902, de créer de nouvelles installations qui comporteront 28 hectares de superficie d'eau, 3000 mètres de

quais d'accostage et 70 hectares de terre-pleins. L'exécution de ces travaux majorera de 50 % la surface des bassins, et de 25 % la longueur des quais; elle doublera la superficie des terre-pleins.

Il sera possible alors d'admettre, non seulement dans les deux bassins que l'on construit, mais encore dans les bassins Lefebvre et America, des navires de 9 mètres de tirant d'eau; en outre, comme l'on pourra écluser même à marée basse, l'exploitation des bassins pourra, en général, se faire bien plus facilement, puisque les allèges, qui encombrant actuellement les écluses des anciens bassins, pourront entrer et sortir par l'écluse du bassin Lefebvre en dehors des heures où cette écluse sera ouverte à la grande navigation.

Lorsque les bassins en construction seront terminés, on procédera à l'outillage des quais : hangars et grues; on construira un nouvel entrepôt et une troisième usine hydraulique et électrique.

L'ensemble de ces installations que décrivent, dans les *Annales des Travaux publics de Belgique*, d'août 1904, MM. ROYERS, Ingénieur en chef des travaux communaux, et DE WINTER, Ingénieur des travaux maritimes, et Anvers, entraînera une dépense d'environ 20 millions.

Les auteurs estiment que ces installations pourront être terminées dans six ans, ce qui permettra, d'après eux, de suivre le développement probable du trafic et de continuer dans la voie progressive qu'a parcourue jusqu'à ce jour la métropole du commerce belge.

Les nouveaux travaux du service des eaux de Troy (État de New-York). — L'*Engineering News*, du 6 octobre, publie une étude de M. William G. RAYMOND dans laquelle sont exposés les différents moyens successivement et concurremment employés par la ville de Troy pour son alimentation en eau.

L'auteur débute par un historique de la question montrant comment le problème a été résolu pour faire face à la demande d'une population très rapidement croissante : captage d'eaux de surface, puis de sources et de ruisseaux, utilisation de l'eau de l'Hudson, et arrive aux travaux actuellement en cours qu'il décrit avec détail.

Ces travaux sont répartis en deux groupes distincts comportant chacun un barrage réservoir, et fournissant l'eau à une pression différente.

Le premier barrage, celui de Quackenkill, se compose de deux parties distinctes : l'une en béton, assise solidement sur le roc et correspondant au déversoir, l'autre en terre partant du niveau du sol naturel avec un noyau monté sur le roc et constitué par un mur en maçonnerie à section rectangulaire placé au milieu de deux murs en terre formés de matériaux choisis. Dans sa partie adjacente à la portion du barrage qui est en béton, le barrage en terre est limité par un petit mur de soutènement en béton qui suit le bord en pente des deux talus.

La plus grande hauteur du barrage en béton est de 7^m60.

Le deuxième barrage-réservoir est d'une construction uniforme sur toute sa longueur; il est en terre déposée et roulée par couches de 10 centimètres avec un noyau central formé d'un mur en béton à section trapézoïdale renforcée du côté amont seulement par un mur en matériaux imperméables choisis. La pente du talus aval, qui est gazonné, est de 1/2; celle du talus amont, qui est recouvert d'un pavage en pierres sèches, est de 1/2, et se termine à la partie supérieure par une bordure en béton appuyée directement sur le noyau.

Ce barrage est surmonté d'une grande route de 8 mètres de largeur; sa plus grande hauteur est de 20^m70; sa plus grande largeur à la base, de 90 mètres.

Le réservoir renfermera un volume d'eau de 50 millions de mètres cubes.

L'article donne des détails sur l'exécution de ces deux barrages et des tableaux où figurent les prix de revient de chaque genre de travail, ainsi que des renseignements sur la façon dont les prises d'eau et canalisations ont été établies.

Abaques pour la détermination des poussées du terrain et des profils des murs de soutènement. — M. BLOUNDER publie, dans l'*Oesterreichische Wochenschrift*, du 27 août, une méthode graphique pour la détermination de la poussée des terres et des profils des murs de soutènement, et les abaque destinés à en permettre l'emploi.

Le Gérant : H. AVOIRON.

LE GÉNIE CIVIL

REVUE GÉNÉRALE HEBDOMADAIRE DES INDUSTRIES FRANÇAISES ET ÉTRANGÈRES

Prix de l'abonnement par an. — Paris : 36 francs; — Départements : 38 francs; — Étranger et Colonies : 45 francs. — Le numéro : 1 franc.

Administration et Rédaction : 6, rue de la Chaussée-d'Antin, Paris.

SOMMAIRE. — **Mécanique** : La force motrice à l'Exposition de Saint-Louis. Groupe électrogène des Sociétés Delaunay-Belleville et l'Éclairage électrique (planche XXVII), p. 425; Ch. DANTIN. — **Mines** : Les nouveaux évite-molettes à l'Exposition d'Arras (suite et fin), p. 427; H. SCHMERBER. — **Études économiques** : L'industrie à domicile et les ateliers de famille, p. 431; Paul RAZOUS. — **Travaux publics** : Travaux d'installation de l'usine hydro-électrique de la Compagnie Toronto and Niagara Power, p. 432. — **Matériaux**

de construction : Le granit-asphalte et les chaussées en asphalte armé, p. 434; L-Colonel G. ESPITALIER. — **Variétés** : Appareil de pointage Grubb, p. 436; — Une nouvelle falsification du lait, p. 436; — Projet de ligne de chemin de fer de Berne à Brig, à travers les Alpes bernoises, p. 437. SOCIÉTÉS SAVANTES ET INDUSTRIELLES : Académie des Sciences (17 octobre 1904), p. 438. — BIBLIOGRAPHIE : Revue des principales publications techniques, p. 438; — Ouvrages récemment parus, p. 440.

Planche XXVII : Groupe électrogène des Sociétés Delaunay-Belleville et l'Éclairage électrique, à l'Exposition de Saint-Louis.

MÉCANIQUE

LA FORCE MOTRICE A L'EXPOSITION DE SAINT-LOUIS

Groupe électrogène des Sociétés Delaunay-Belleville et l'Éclairage électrique.

(Planche XXVII.)

On a vu, dans le tableau contenu dans l'article sur la Force motrice

groupe électrogène de 1 000 kilowatts dans le hall des machines. Ce groupe, qui fournit l'éclairage d'une partie de l'Exposition, est formé par l'accouplement direct d'une machine à vapeur verticale à grande vitesse avec un alternateur triphasé, et ses deux parties constitutives présentent dans leur construction un certain nombre d'innovations intéressantes que nous allons signaler.

MACHINE A VAPEUR. — La machine à vapeur (fig. 1) de ce groupe électrogène est à grande vitesse, à quadruple expansion; elle appar-

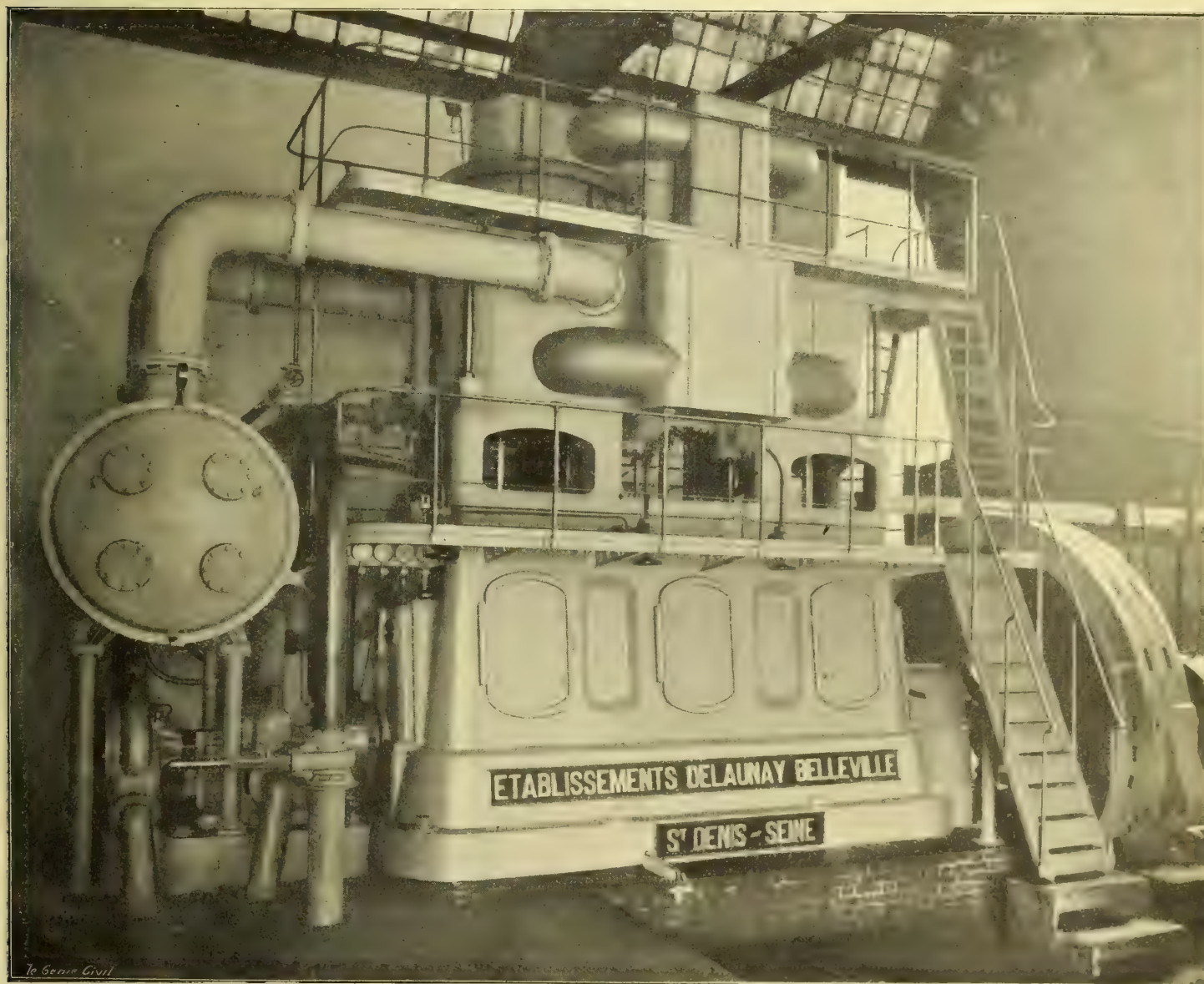


FIG. 1. — GROUPE ÉLECTROGÈNE DES SOCIÉTÉS DELAUNAY-BELLEVILLE ET L'ÉCLAIRAGE ÉLECTRIQUE : Vue d'ensemble du côté du moteur.

à l'Exposition de Saint-Louis (1), que la Société des Établissements Delaunay-Belleville et la Société l'Éclairage électrique ont exposé un

tient à un type de moteurs créés par la Société des Établissements Delaunay-Belleville, et caractérisés principalement par un système de graissage continu, sous pression, de toutes les articulations.

Cette machine comporte 3 lignes parallèles de chacune 2 cylindres

(1) Voir le *Génie Civil*, t. XLV, n° 25, p. 404.

disposés verticalement en tandem. L'ensemble de ces cylindres (fig. 1, pl. XXVII) se décompose en :

Un cylindre admetteur à haute pression numéroté 1, dans lequel s'opère la première détente;

Deux cylindres de deuxième détente numérotés 2 et 3;

Un cylindre de troisième détente numéroté 4;

Deux cylindres à basse pression ou de quatrième détente, numérotés 5 et 6.

Les cylindres à haute et à moyenne pression sont séparés des cylindres à basse pression par des pièces de fonte ou entretoises numérotées 7, 8, 9 (fig. 1, pl. XXVII) qui les supportent et qui servent de couvercle aux cylindres inférieurs et de fond aux cylindres supérieurs. Ces pièces comportent intérieurement des garnitures étanches sur les tiges de pistons et de tiroirs.

Les dimensions caractéristiques des cylindres sont les suivantes :

Diamètre du cylindre à haute pression et des deux cylindres à moyenne pression n°s 1, 2, 3.	mètres	0,340
Diamètre du cylindre de troisième détente n° 4 et des deux cylindres à basse pression n°s 5 et 6	—	0,680
Course commune des pistons	—	0,470
Nombre de tours par minute		333

Les pistons sont en acier moulé, pourvus de segments système Ramsbottom : les garnitures de leurs tiges sont métalliques et à serrage élastique.

Les bielles des pistons moteurs s'attachent à 120 degrés l'une de l'autre sur un arbre coudé placé à la partie inférieure et portant à ses extrémités des plateaux pour l'accouplement, d'une part avec la machine de servitude du condenseur et, d'autre part, avec l'alternateur. Cet arbre coudé est en une pièce, il repose sur des paliers dont les parties inférieures sont venues de fonte avec la plaque de fondation. Celle-ci est en une seule pièce et forme trois compartiments pour le passage des manivelles de l'arbre moteur et des excentriques qui commandent les tiroirs de distribution. Le compartiment milieu contient, en outre, les pompes de graissage placées à la partie inférieure.

Sur la plaque de fondation, repose un bâti en fonte qui comporte les glissières des tiges de pistons et les coulisseaux-guides de tiroirs. Ce bâti sert également d'enveloppe des mouvements; il évite le contact des poussières et les projections d'huile à l'extérieur.

Chaque face porte des ouvertures pour la visite des mouvements. Ces ouvertures se ferment par des portes à joints étanches.

A la partie supérieure du bâti est une entretoise en fonte qui a pour but d'atténuer la transmission de chaleur des cylindres à la partie inférieure de la machine, tout en facilitant le service des boîtes à garnitures inférieures placées sur les fonds de cylindres et tiroirs et sur le plafond du bâti.

Le démontage des fonds des cylindres et tiroirs à basse pression et de leurs pistons se fait par l'intérieur de l'entretoise.

Deux passerelles avec échelles permettent d'accéder sans difficulté aux parties supérieures de cette machine et facilitent le service d'entretien.

Les cylindres sont pourvus de calorifuges et recouverts d'une enveloppe en tôle; il n'y a aucune enveloppe de vapeur.

Des robinets permettent d'introduire de la vapeur dans les divers réservoirs et cylindres à moyenne et à basse pression, pour le réchauffage avant la mise en marche.

Un robinet by-pass spécial permet d'admettre la vapeur directement dans le cylindre H. P., sans passer par le régulateur, de manière à pouvoir mettre la machine à la vitesse convenable pour la mise en phases de l'alternateur avec d'autres alimentant le même réseau.

Le déplacement des pièces mobiles se fait au repos par un vireur à main, installé sur le bâti même de la machine. Cet appareil peut se débayer seul au moment du démarrage.

L'ensemble de cette machine à vapeur, non compris les appareils accessoires, occupe une place relativement restreinte; son encombrement est donné par les dimensions suivantes :

Longueur	mètres	5,60
Largeur	—	2,80
Hauteur	—	5,20
Surface 5 ^m 600 × 2 ^m 800	mètres carrés	15,68

soit environ 1 décimètre carré par cheval.

Son poids total est de 40 tonnes environ.

Distribution. — Chacune des lignes de cylindres en tandem est desservie par un groupe de tiroirs également en tandem. Les tiroirs de distribution sont cylindriques, avec passage de vapeur au centre. Ils sont conduits par des excentriques, calés sur l'arbre des manivelles.

Les tiroirs sont en acier moulé, ils sont pourvus de segments système Ramsbottom. Les garnitures de leurs tiges sont métalliques à serrage élastique.

La vapeur vive arrive à une soupape équilibrée soumise à l'action du régulateur. Elle passe dans la boîte à tiroir du cylindre à haute pression n° 1 ou elle admet par les arêtes intérieures du tiroir.

L'échappement de vapeur se divise pour aller alternativement dans les cylindres extrêmes n°s 2 et 3 par le tuyau 10. Les échappements de vapeur des cylindres 2 et 3 sont conduits par les tuyaux 11 et 12 dans un réchauffeur par vapeur vive 13 et vont de là aux boîtes à tiroirs du cylindre n° 4.

Les échappements de ce cylindre se font aux boîtes à tiroirs des cylindres à basse pression par le conduit 14. Enfin les échappements des deux cylindres à basse pression se font au condenseur par les tuyaux 15 et 16.

Des échappements complémentaires 17 sont établis dans les fonds des boîtes à tiroir à basse pression et communiquent au condenseur par un collecteur 18 qui sert en même temps aux purges des cylindres et à celles des boîtes à tiroir.

Ces dispositions d'introduction de la vapeur par les arêtes intérieures ont surtout pour but d'éviter que la haute température de la vapeur surchauffée n'atteigne les garnitures métalliques des tiges des tiroirs et aussi d'éviter tout bas-fond où l'eau pourrait séjourner.

L'arrivée de la vapeur au cylindre à haute pression est réglée par l'action d'un régulateur à boules, actionné par un engrenage calé sur l'arbre principal. Tous les mouvements de cet appareil sont montés sur roulements à billes.

Le régulateur agit sur une soupape équilibrée placée dans la boîte d'arrivée de la vapeur, qui est elle-même fixée à la partie supérieure du bâti de la machine. Un système de ressorts permet de régler cet appareil et de faire varier, dans une certaine mesure, la vitesse de la machine.

Graissage. — Les dispositifs nouveaux de graissage continu, sous pression, qui ont été adoptés dans cette machine, en constituent une des originalités les plus heureuses. L'emploi des machines à vapeur à grande vitesse pour la commande directe des dynamos, qui offre de si précieux avantages, en particulier au point de vue de la fixité de la lumière électrique produite, n'a donné jusqu'ici que des résultats imparfaits, principalement à cause des frottements considérables auxquels sont soumises les pièces en mouvement et de l'usure rapide qui en résulte.

On a essayé de diminuer ces frottements en faisant barboter les pièces en mouvement dans un bain d'huile et en n'employant que des machines à simple effet. Dans ces machines on pouvait maintenir invariable le sens des efforts exercés sur les bielles en annulant, par des dispositifs convenables, l'inertie des pièces en mouvement dans la course de retour à vide, d'où suppression des chocs sur les coussinets des arbres et des bielles et, par conséquent, de l'usure que produisent ces chocs. Les résultats obtenus n'ont pas toujours été satisfaisants.

Dans la machine à grande vitesse, à double effet, de la Société des Établissements Delaunay-Belleville, l'usure des parties en contact est supprimée par le fait de la présence dans le jeu de toutes les articulations d'une mince couche d'huile sous pression. La douceur du mouvement que l'on obtient ainsi permet d'atteindre des vitesses aussi élevées qu'avec des machines à simple effet et d'obtenir un rendement mécanique excellent.

La circulation de l'huile sous pression est obtenue au moyen de deux pompes à huile oscillantes, sans clapets, à piston plein, mues par des excentriques. Ces deux pompes refoulent l'huile sous pression dans des filtres et de là aux paliers, puis aux bielles, patins de glissières et barres d'excentriques, par l'intérieur de l'arbre qui est foré sur une partie de sa longueur. Le nombre des coups de piston de chaque pompe est de 333 par minute.

Condenseur. — Le condenseur est du type à surface. Il se compose d'une caisse à tubes en tôle, avec plaques de tête en laiton laminé. L'eau circule dans l'intérieur des tubes en laiton et la vapeur arrive à l'extérieur.

La machine de servitude se compose :

1° D'une pompe à air système Edwards dont les caractéristiques sont les suivantes :

Diamètre du piston	mètres	0,350
Course	—	0,180
Volume engendré horaire	mètres cubes	578

2° D'une pompe centrifuge d'un débit horaire d'environ 225 mètres cubes.

Ces deux pompes, montées sur un même arbre, tournent à la même vitesse que la machine principale à laquelle elles sont reliées par un manchon d'accouplement semi-élastique.

A l'extrémité opposée est installé un alternateur de 1 000 kilowatts et son excitatrice. L'accouplement est fait par plateaux boulonnés.

ALTERNATEUR. — L'alternateur (fig. 1, 4 et 5, pl. XXVII), accouplé avec le moteur à vapeur de 1500 chevaux indiqués, tournant à 333 tours, peut fournir 1 500 kilovoltampères au voltage de 2 400 volts, ce qui correspond à la puissance effective de 1 000 kilowatts pour un réseau où $\cos \varphi = 0,66$. Il a été construit sur les plans de M. l'Ingénieur Labour.

GRUPE ÉLECTROGÈNE "DELAUNAY-BELLEVILLE" E

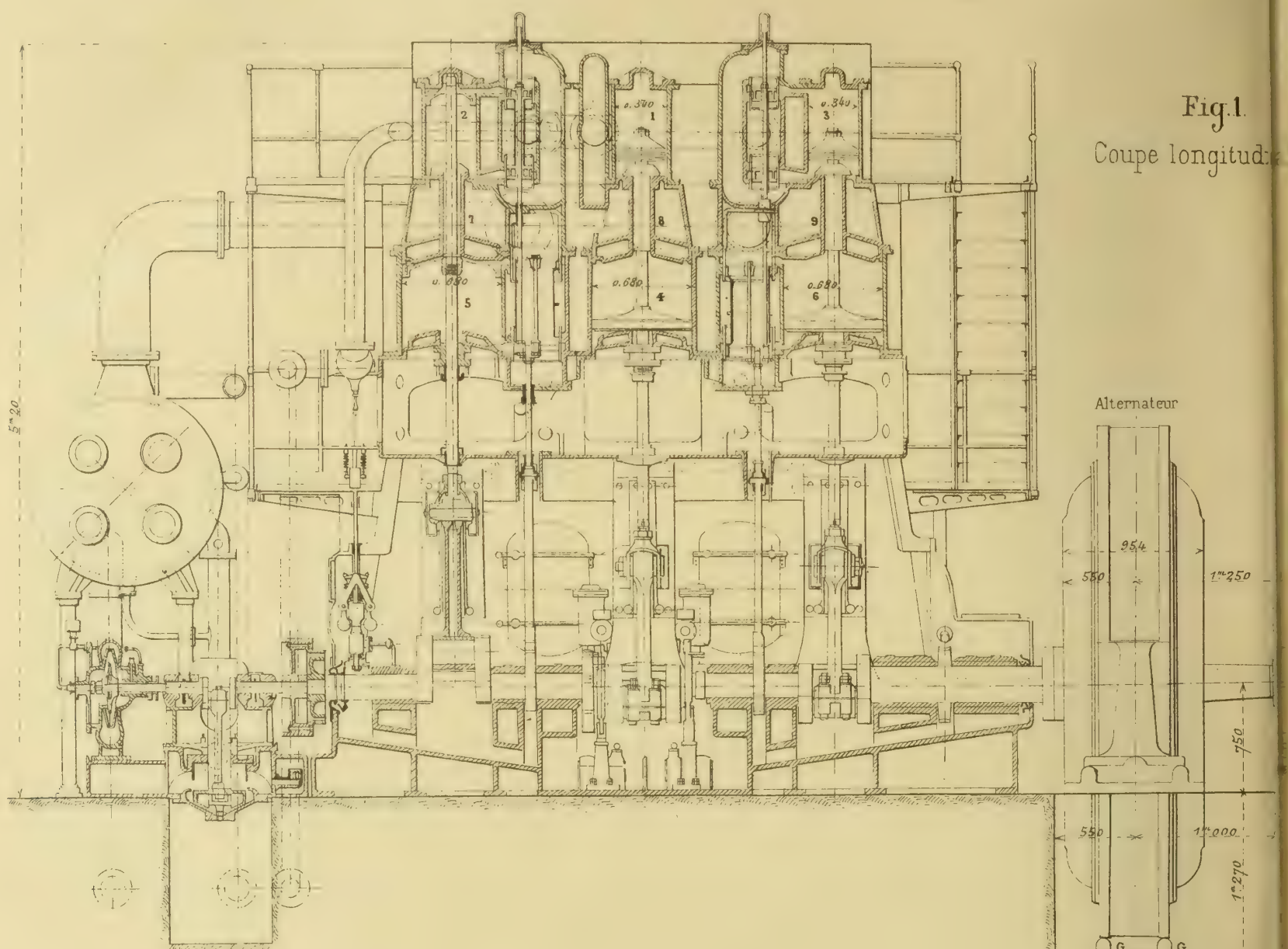


Fig.1.
Coupe longitudinale

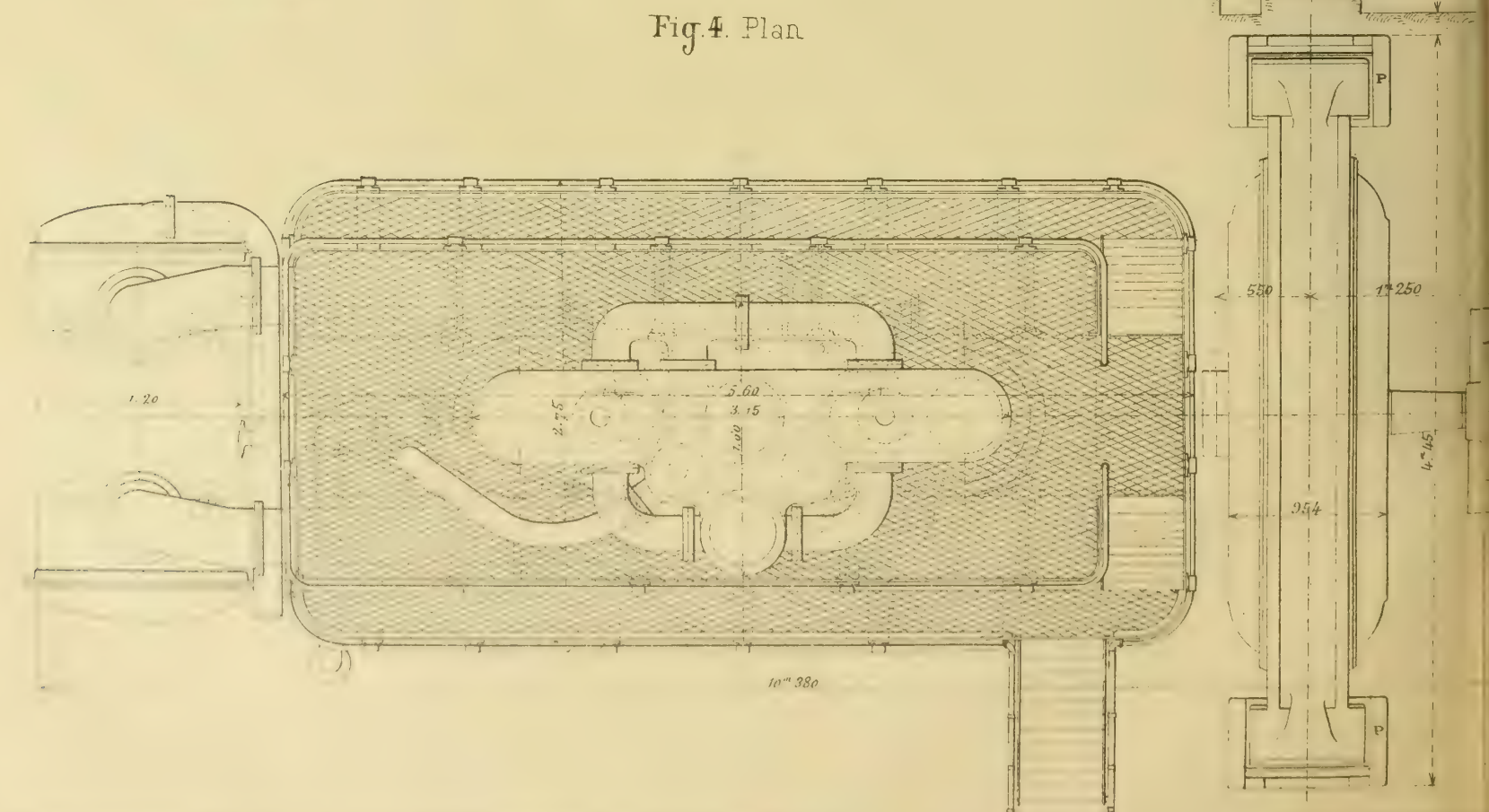


Fig.4. Plan

CLAIRAGE ÉLECTRIQUE" A L'EXPOSITION DE S^T LOUIS

Fig.2. Coupe par l'axe
des cylindres

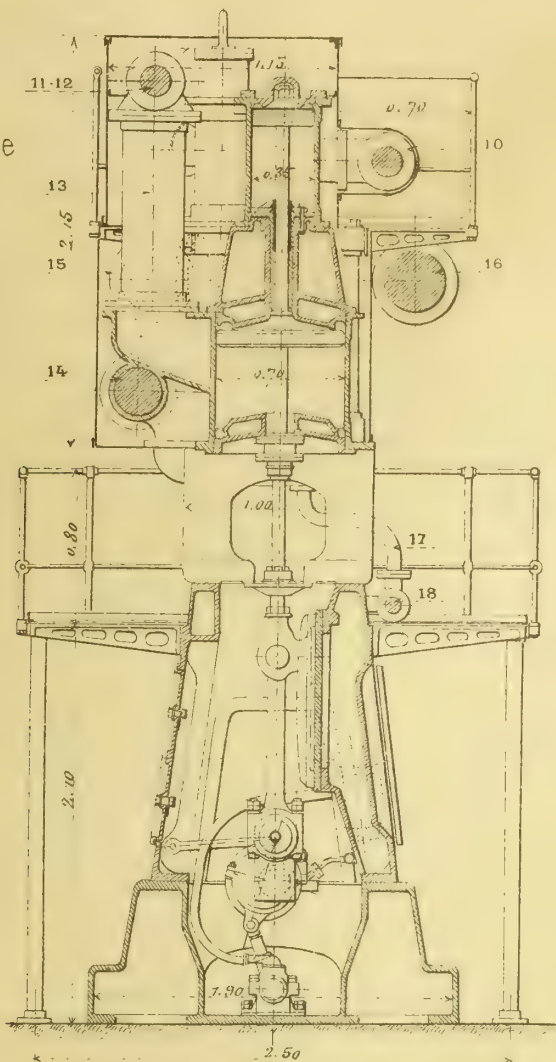


Fig.3. Coupe par l'axe des tiroirs

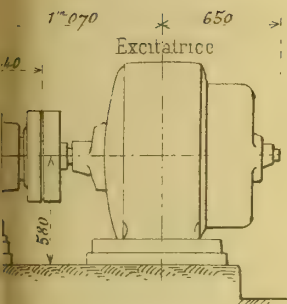
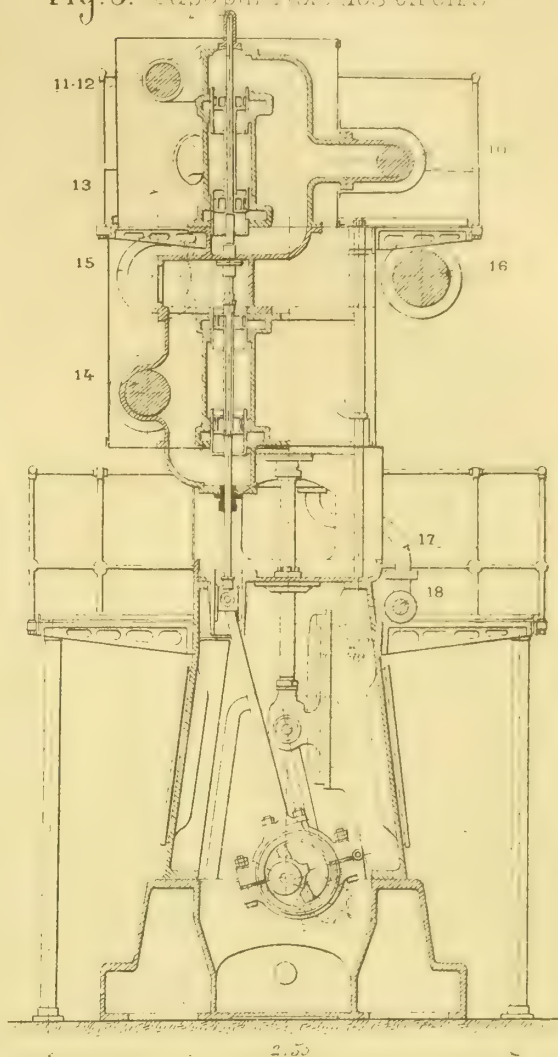
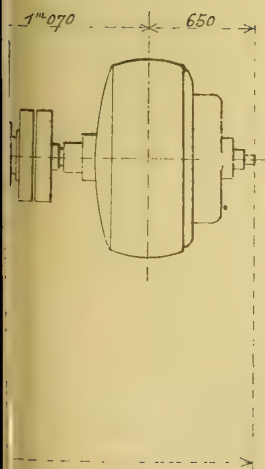
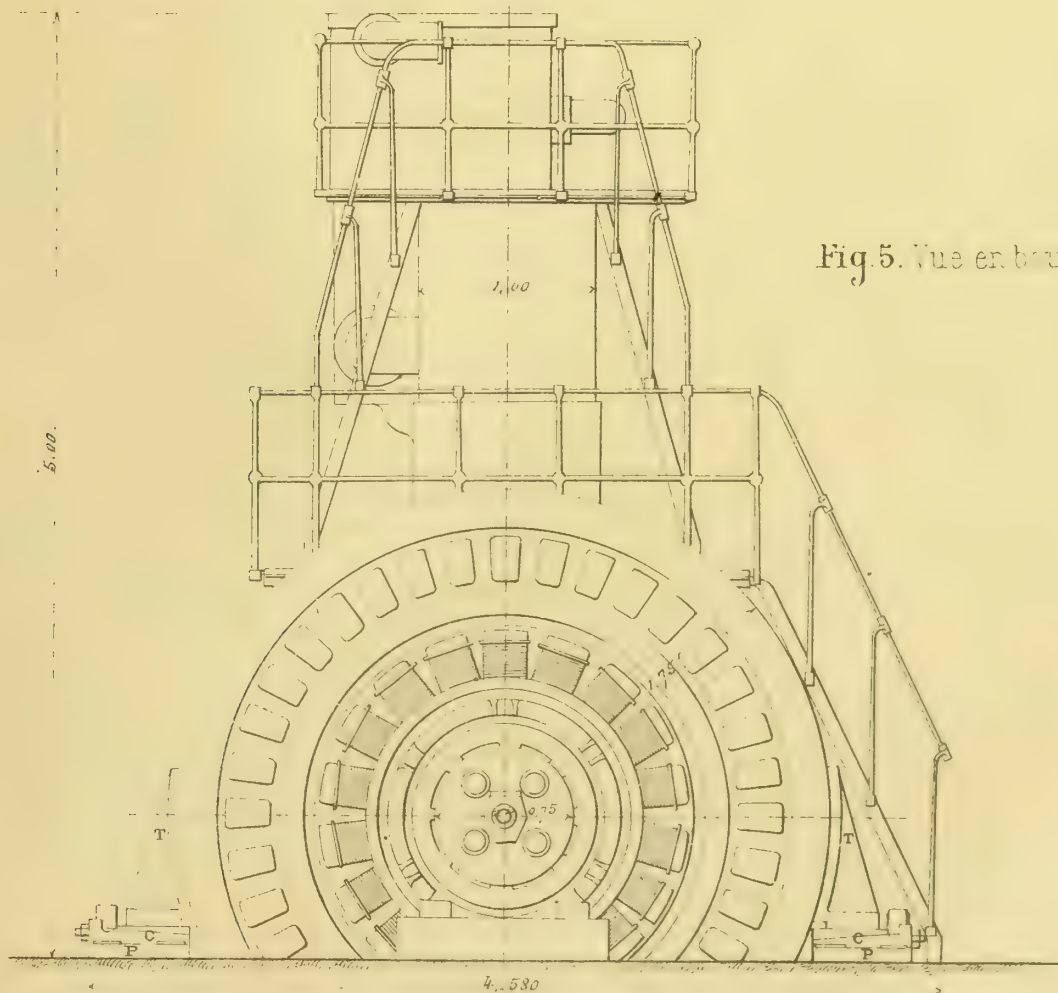


Fig.5. Vue en bout



La partie tournante est un inducteur à 18 pôles qui induit des courants triphasés de fréquence 50 par seconde dans la partie fixe de l'alternateur.

A l'Exposition de Saint-Louis, chacune des trois phases de l'alternateur à 2 400 volts envoie son courant dans des transformateurs monophasés de 62 kilowatts, à deux enroulements de 3 500 volts chacun. Ces transformateurs alimentent des lampes à arc montées par séries de 50 lampes en tension sous 3 500 volts à l'intérieur des bâtiments et de 100 lampes sous 7 000 volts à l'extérieur.

L'inducteur tournant de l'alternateur a 2^m15 de diamètre, ce qui, au nombre de tours de 333 par minute, correspond à une vitesse périphérique de 38 mètres par seconde pour les pôles bobinés avec de la bande de cuivre enroulée sur champ.

Ces pôles ne sont pas feuilletés, mais d'une seule pièce en acier fondu. Ils sont maintenus sur un volant d'acier par des vis dont la tête est à l'intérieur de la jante et par des frettes démontables embrassant cette jante et le pied des pôles.

L'induit est en tôles feuilletées, comme toujours, et les encoches dans lesquelles sont noyés les enroulements sont fermées.

Il y a six encoches par pôle, soit 108 encoches pour l'induit. Dans chaque encoche cinq câbles de 112 millimètres de section forment les bobines de l'enroulement.

Ce faible nombre de spires justifie l'emploi d'encoches fermées qui compliquent évidemment le bobinage puisqu'il faut passer à la main les câbles dans les encoches fermées de l'induit, mais ce système permet l'emploi des pôles non feuilletés sur lesquels on réalise une économie de main-d'œuvre.

Le rendement n'en est pas affecté, car les encoches fermées empêchent les courants de Foucault de se produire au passage des pôles non feuilletés.

L'induit repose sur deux plaques de fondation P (fig. 5, pl. XXVII) et, à l'aide de vis, on peut sur ces plaques déplacer l'induit hori-

zontalement dans le sens perpendiculaire à l'arbre de façon à régler l'entrefer.

Les pattes de l'induit sont elles-mêmes montées sur des coins C (fig. 5, pl. XXVII) qui permettent, au moyen de vis, un déplacement vertical de la couronne d'induit pour régler verticalement l'entrefer.

Ces pattes présentent une partie tournée T au diamètre de la couronne d'induit, de sorte qu'on peut faire tourner cette couronne entre ses deux pattes après avoir démonté les boulons qui l'y fixent.

Ce dispositif facilite les réparations de bobine d'induit dans le cas où une section grillée se trouve dans la fosse ou en haut de l'alternateur.

Pour faciliter la rotation de l'induit entre ses pattes, on le fait reposer sur des galets G (fig. 1, pl. XXVII) situés au fond de la fosse en le descendant légèrement à l'aide des coins dont il a été parlé plus haut.

L'excitatrice est accouplée directement avec l'alternateur, de sorte que cet ensemble électrogène est d'un type unique dans ce genre : moteur à vapeur, pompe à air et pompe centrifuge de condenseur, alternateur et excitatrices sont accouplés directement entre eux, c'est-à-dire tournent au même nombre de tours.

Cette dynamo excitatrice est d'une puissance

égale à 2 % de celle de l'alternateur et l'excitation se fait sous 90 volts.

Le poids de l'inducteur tournant est de 8 000 kilogr., celui de l'induit est de 12 000 kilogr. et celui de l'excitatrice, 1 600 kilogrammes.

Les fondations sont très faibles; on a en effet une hauteur de 0^m60 de béton et de 0^m30 de briques seulement sous la machine.

La surface en plan occupée par le groupe, compris condenseur et excitatrice, est (fig. 4, pl. XXVII) de 48 mètres carrés, ce qui donne 3^{dm}2 par kilovoltampère pour un groupe électrogène à vapeur de 1 500 kilovoltampères. C'est à peu près l'emplacement que demanderait un groupe électrogène avec turbine à vapeur.

Ch. DANTIN.

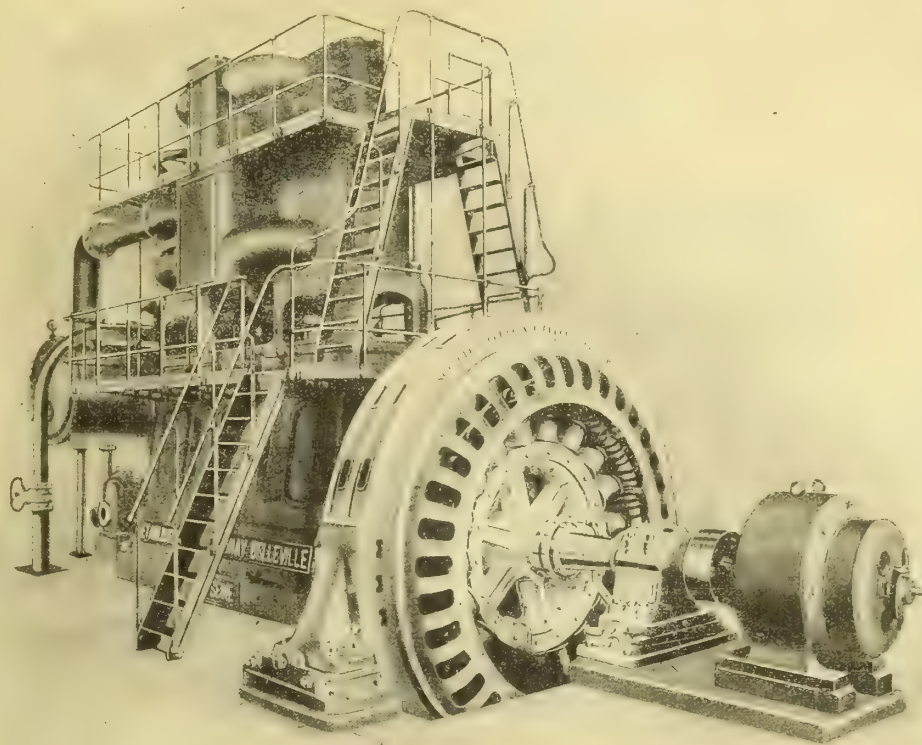


FIG. 2. — Vue, du côté de l'alternateur, du groupe électrogène français, à l'Exposition de Saint-Louis.

MINES

LES NOUVEAUX ÉVITE-MOLETTES à l'Exposition d'Arras.

(Suite et fin.)

ÉVITE-MOLETTES DES MINES DE BRUAY, SYSTÈME SOHM. — Le deuxième évite-molettes exposé à Arras est celui de M. Sohm, Ingénieur divisionnaire aux mines de Bruay. Ce système, tout en réalisant les mêmes effets que les appareils déjà décrits, présente des dispositions différentes remplaçant toutes les commandes mécaniques par une commande exclusivement électrique. La figure 9 en représente l'application sur une machine existante, d'un type courant, et les figures 10 à 14 en montrent les divers détails.

Voici le programme que s'était fixé M. Sohm :

L'appareil ne doit apporter aucune entrave aux manœuvres normalement effectuées par le mécanicien, c'est-à-dire fonctionner constamment, pour ainsi dire à son insu et malgré lui;

Il ne doit pas créer une nouvelle source de dangers, en cas de fonctionnement intempestif;

Il doit comprendre des appareils d'arrêt à distance et des appareils d'arrêt absolu; être d'une efficacité certaine pendant la translation du personnel; être applicable aux machines d'extraction existantes.

Pour satisfaire à ces conditions, il existe trois groupes de dispositifs applicables ensemble ou séparément :

Le premier est destiné à suppléer au défaut de fermeture ou à la fermeture tardive de la vanne d'admission, par une obturation automatique, au moment voulu, de la conduite d'arrivée de vapeur;

Le second a pour objet de déterminer simultanément, au moyen d'un appareil d'arrêt absolu, la suppression de l'arrivée de vapeur et le serrage à bloc du frein, dès que la cage montante s'engage dans le

(1) Voir le *Génie Civil*, t. XLV, n° 23, p. 406.

chevalement au delà de la limite de hauteur pratiquement nécessaire aux manœuvres dans la recette;

Enfin, le troisième réalise le ralentissement automatique de la machine, par un serrage modéré du frein, si la vitesse n'a pas été modérée par le mécanicien dès que la cage s'engage dans la zone dangereuse; ceci s'applique surtout à la translation du personnel.

Le premier groupe d'organes comprend (fig. 9) l'obturateur de vapeur *h*, commandé par l'électro-aimant *i*, la vanne d'admission *b*, commandée par le levier *L* du mécanicien; enfin, l'interrupteur de courant *m*, placé sur le parcours de l'indicateur de position des cages.

Le deuxième groupe comprend le frein et l'appareil d'arrêt absolu, l'interrupteur spécial *l*, placé dans le chevalement, le tiroir *n* du frein à main, le tiroir *o* du frein d'évite-molettes, l'électro-aimant *p* de

un ergot *e'* qui rencontre l'index *i'* de l'indicateur de position des cages. La position de contact étant convenablement choisie, lorsque la cage arrive à 60 mètres du jour, l'index *i'* pousse l'ergot, et le charbon *m*, pivotant autour de son axe, vient à rencontrer la partie supérieure, en fermant le circuit de *i*. Dans son mouvement de fermeture, la manivelle de commande *h'*, munie d'un cran d'arrêt, enclenche le levier *k* (fig. 10) et l'obturateur ne peut plus être ouvert avant que le mécanicien ait fermé à fond la vanne d'admission, dont le levier *L* (fig. 9) est sous sa main. Par cette manœuvre, le levier *k* est dégagé et rend libre la bielle *h'*.

Comme durant ce temps la machine a continué à tourner, l'index *i'* a quitté l'ergot *e'*, et celui-ci, reprenant sa position première, coupe le courant. Le solénoïde *i* laisse aussitôt le noyau retomber et l'obtura-

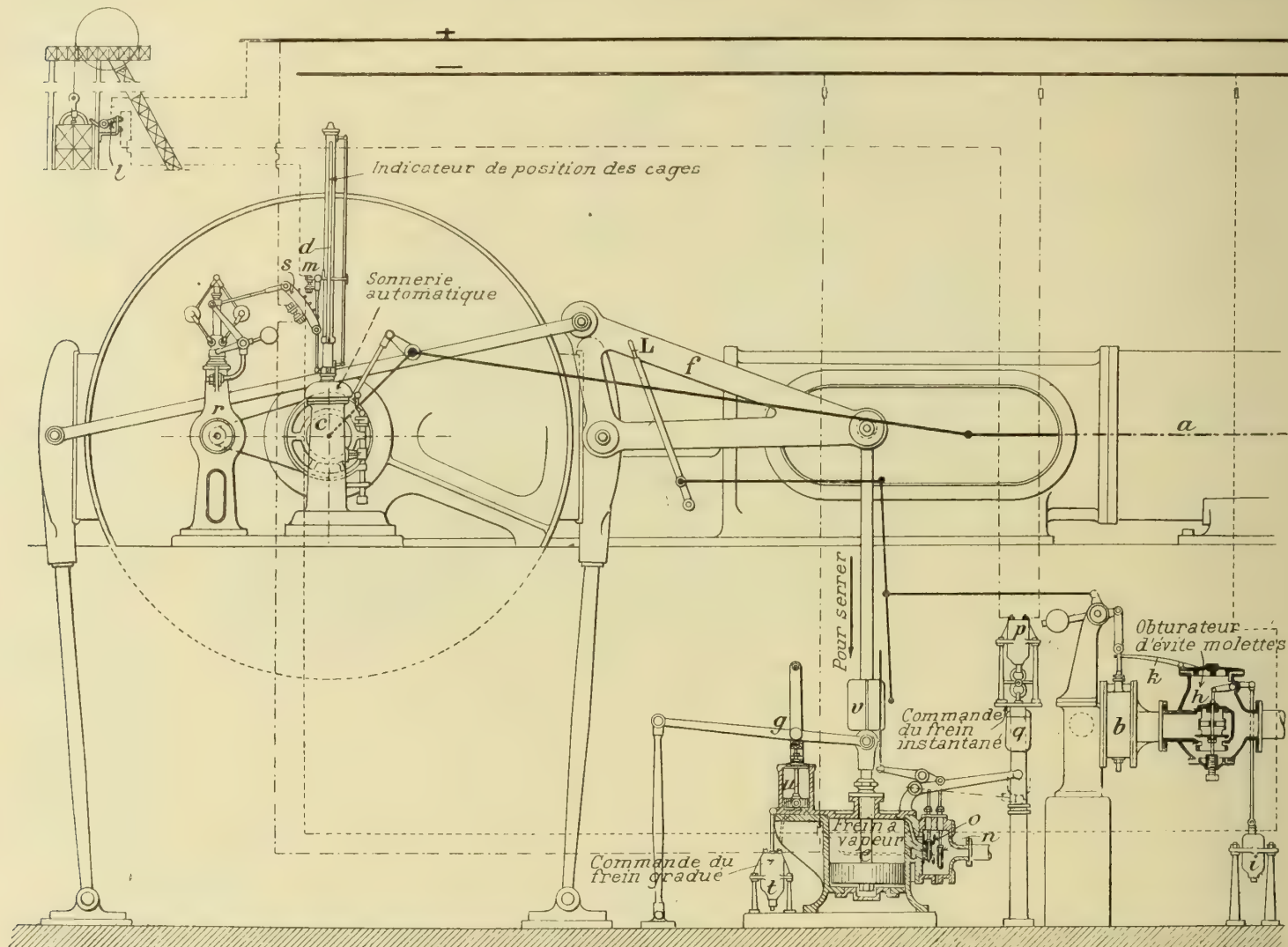


Fig. 9. — Disposition des appareils sur une machine d'extraction existante.

a, machine d'extraction; — *b*, modérateur de prise de vapeur à tiroir; — *c*, sonnerie; — *d*, indicateur rectiligne du mouvement des cages; — *e*, cylindre du frein à vapeur ordinaire; — *f*, mécanisme de mise en serrage du frein; — *g*, mécanisme du desserrage du frein; — *h*, obturateur de l'évite-molettes; — *i*, électro-aimant commandant l'obturateur; — *k*, encliquetage de l'obturateur; — *l*, interrupteur double placé dans le chevalet; — *m*, interrupteur placé sur le trajet de l'indicateur de position des cages; — *n*, tiroir du frein à main; — *o*, tiroir spécial du frein d'évite-molettes; — *p*, électro-aimant commandant la mise en serrage à bloc du frein; — *q*, contrepoids tombant en chute libre pour le déplacement du tiroir d'évite-molettes; — *r*, régulateur gouvernant le frein d'intensité réglée; — *s*, sabre avec interrupteur commandant l'électro-aimant *i*; — *t*, électro-aimant commandant le mécanisme de serrage gradué du frein; — *u*, cylindre de mécanisme de desserrage; — *v*, contrepoids déterminant le serrage à intensité réglée du frein.

commande de serrage du frein absolu, et le contrepoids *q*, tombant en chute libre pour le déplacement du tiroir d'évite-molettes.

Le troisième groupe enfin, servant au ralentissement automatique à fin de cordée, comprend le régulateur *r*, commandant le frein modérable, le sabre *s*, qui sert d'interrupteur pour faire agir l'électro-aimant *t*, le cylindre de desserrage *u* et le contrepoids *v*, déterminant le serrage modéré du frein.

Ceci posé, voyons comment fonctionne l'appareil :

Obturateur pour l'arrêt à distance. — L'obturateur (fig. 9 et 10) se compose d'une valve *h*, à clapets équilibrés, commandée à l'aide d'un levier coudé par un solénoïde *i*, à longue course. Normalement la valve est ouverte par suite du poids de la tige et du noyau du solénoïde et la vapeur circule librement. Si le courant est envoyé dans *i*, le noyau, vivement attiré, provoque par sa montée la fermeture de la valve. Cette émission de courant a lieu à un moment déterminé, quand la cage est à 60 ou 65 mètres du jour.

A cet effet, on a disposé sur le circuit électrique un interrupteur *m* (fig. 11), dont la partie inférieure, mobile autour d'un axe *z*, porte

teur *h* se rouvrir. Le mécanicien rouvre alors légèrement la vanne *b* pour terminer la cordée.

On voit que le mécanicien est obligé de fermer entièrement la vanne *b* pour que la cage puisse arriver au jour.

La suppression de la vapeur n'est cependant pas tout à fait complète, et voici pourquoi. En coupant complètement la vapeur, il était à craindre que la charge ne tendît à faire prendre à la machine un mouvement inverse. L'obturateur ne ferme donc pas hermétiquement l'arrivée de vapeur, de telle sorte que la pression aux cylindres se maintient et empêche la cage montante de redescendre, sans application des freins.

Appareil d'arrêt absolu et instantané. — Lorsque la cage montante dépasse la recette de 3 mètres environ, elle vient attaquer un interrupteur *l*, placé dans le chevalement (fig. 9), et enfermé dans une boîte étanche qui laisse seulement passer deux sabres servant à prendre contact avec les deux cages. Dans ce cas, le sabre correspondant est soulevé, l'interrupteur ferme le circuit, et fait fonctionner les solénoïdes *i* et *p*; ce dernier commande le frein à serrage absolu. La

vapeur est instantanément coupée et le serrage à bloc du frein absolu est obtenu simultanément.

Le frein instantané comprend, outre le cylindre à vapeur habituel du frein, un double tiroir d'admission dont les deux parties sont absolument indépendantes (fig. 9 et 12). Le tiroir *n* est relié au levier *L*; l'autre *o*, qui se trouve directement placé sur la glace du cylindre, est exclusivement réservé à l'évite-molettes. La commande du frein peut ainsi se faire, soit par le mécanicien, soit automatiquement par l'évite-

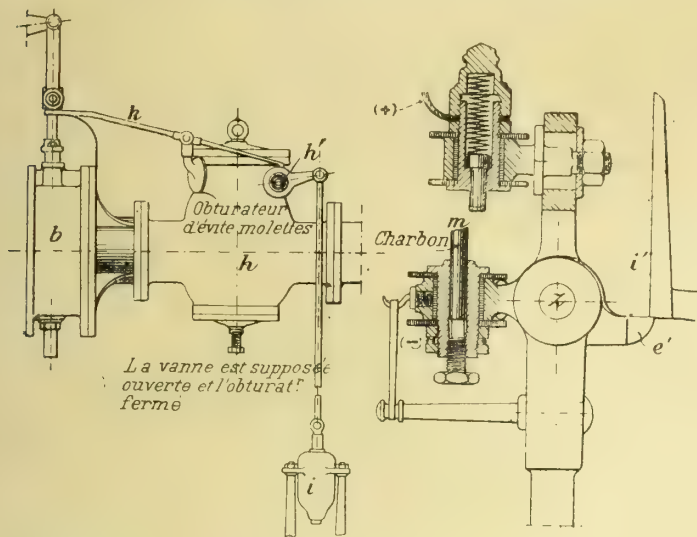


Fig. 10. — Commande et encliquetage de l'obturateur.

Fig. 11. — Interrupteur du circuit électrique.

molettes, et ce dernier mouvement, absolument indépendant, n'entraîne pas le déplacement des organes de la commande du tiroir à main.

Le tiroir *o* d'évite-molettes est actionné par la chute d'un poids *q*, qui normalement est retenu en équilibre au-dessus du levier de commande par le noyau de l'électro-aimant *p*. Le courant vient-il à être lancé dans le circuit de *p*, le noyau est attiré, les griffes de la suspension de *q* se desserrent, et celui-ci tombe en chute libre de 120 millimètres environ (fig. 9 et 13). On voit que le desserrage du frein ne pourra avoir lieu avant l'interruption du courant, autrement dit, avant que l'interrupteur *l*, le contrepoids *q* et le levier du tiroir *o* aient été replacés dans leurs positions premières.

Appareil de ralentissement à fin de cordée. — Cet appareil est destiné à compléter les deux autres. Admettons, en effet, que pendant la montée du personnel le mécanicien ne ralentisse pas suffisamment sa vitesse à fin de cordée, ou encore qu'après le premier fonctionnement de l'obturateur il ouvre trop vivement la vanne *b*. La cage montante pourrait alors venir au contact du sabre de commande du frein instantané avec une vitesse assez considérable, pour que l'arrêt produise une violente secousse.

Au contraire, dans le cas de la descente du personnel, alors que la cage montante revient à vide, l'obturateur étant fermé complètement, la machine privée de vapeur tend à continuer de tourner à vide, sous la charge de la cage descendante. Il pourrait alors se produire une accélération dangereuse qui amènerait la cage descendante à buter sur les taquets du fond. C'est pour parer à tous ces inconvénients graves que l'installation est complétée par un dispositif spécial de freinage à puissance réglable.

A cet effet, pendant la translation du personnel, on embraye un petit régulateur centrifuge *r* qui actionne un sabre spécial *s* (fig. 9 et 14) muni de touches articulées, qui viennent passer sur le trajet de l'index de l'indicateur de position des cages. La rencontre d'une des touches avec l'index fait pivoter cette touche autour de son axe et,

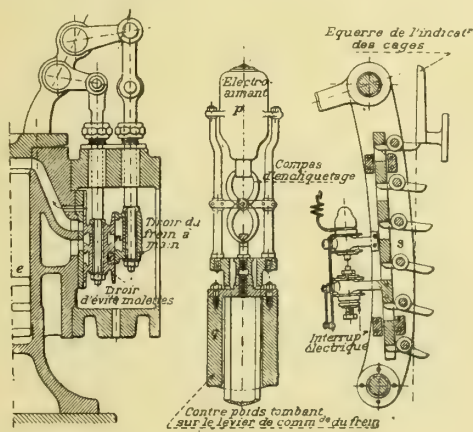


Fig. 12. Double tiroir du frein absolu. Fig. 13. Encliquetage du contrepoids. Fig. 14. Sabre du frein modérable.

dans son mouvement, elle entraîne la glissière qui met en contact les deux parties de l'interrupteur. Le courant peut alors traverser l'électro-aimant *t* qui commande la soupape d'échappement du cylindre de desserrage *u* du frein. Les parties mobiles du mécanisme, aidées par l'action d'un poids supplémentaire *v* déterminé, sont alors déplacées et produisent un serrage sur la jante de la poulie de frein.

L'appareil n'entre en action que lorsque la vitesse est trop grande. Si la cage arrive à la recette avec une vitesse très réduite, le régulateur, tournant très lentement, ne déplace pas le sabre *s* et celui-ci ne vient pas en contact avec l'index de l'indicateur des cages. Dans ce cas, si la cage dépasse la recette et tend à monter aux molettes, elle peut venir sans danger attaquer les sabres *l* du frein absolu et faire fonctionner ce dernier puisque, la vitesse étant très faible, l'action de ce frein est sans danger.

L'évite-molettes que nous venons de décrire s'applique à une machine quelconque; pour une machine à installer, M. Sohm préconise une disposition beaucoup plus simple et plus compacte que représente la figure 15. Ici le même cylindre sert aux deux freins, et porte à la

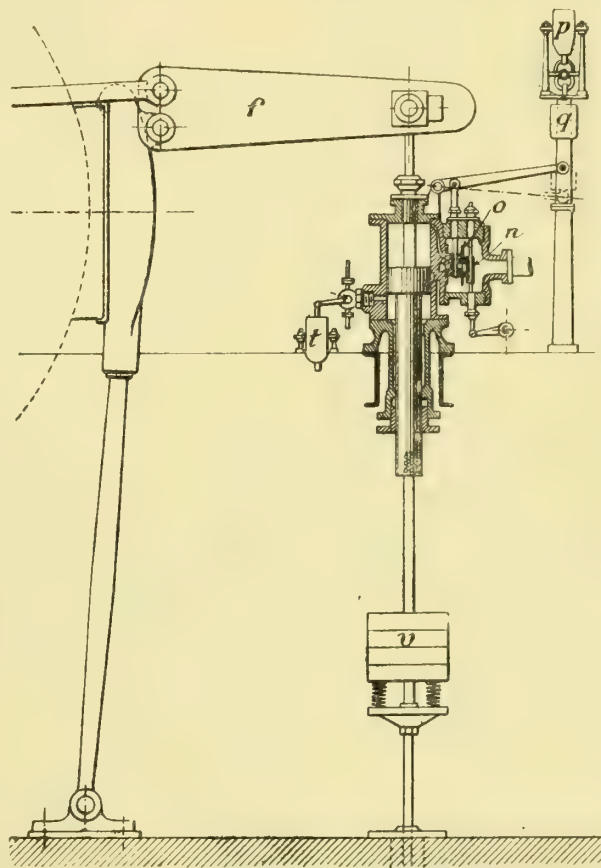


Fig. 15. — Disposition des appareils sur une machine neuve.

partie inférieure de son piston le contrepoids *v*. La partie supérieure du cylindre reçoit la vapeur, soit par le tiroir *n*, soit par le tiroir *o*, dont le rôle a été expliqué ci-dessus. La partie inférieure du cylindre est en communication avec l'échappement dont la valve est mue par le solénoïde *t*.

En temps normal, la vapeur occupe la partie inférieure du cylindre; les sabots du frein sont donc éloignés de la poulie et le contrepoids *v* est soulevé. Le frein à intensité graduée doit-il fonctionner, la valve se trouve ouverte par l'électro-aimant *t* qui reçoit le courant comme nous l'avons indiqué; la vapeur s'échappe et l'action du contrepoids *v* produit le serrage. Dans le cas du frein absolu, le courant passe par l'électro-aimant *p*; le contrepoids *q*, tombant en chute libre, fait jouer le tiroir *o* et la vapeur, entrant dans la partie supérieure du cylindre de frein, bloque instantanément la machine.

Le courant électrique nécessaire peut être pris à une source quelconque suffisamment puissante.

L'électro-aimant de l'obturateur fait parcourir, en une seconde, une course de 60 millimètres à son noyau pesant environ 10 kilogr. et possède une force attractive complémentaire de 6 kilogr. pour assurer le déplacement des organes mobiles dans le temps voulu. L'électro-aimant du frein absolu déplace, sur 40 millimètres de course, un noyau pesant 5 kilogr. et possède une force supplémentaire de 5 kilogr. L'électro-aimant du frein modérable est pareil au précédent.

L'évite-molettes Sohm est en service, à la fosse n° 1 des mines de Bruay, sur une puissante machine d'extraction à deux cylindres conjugués de 1 mètre de diamètre et de 1^m 800 de course, faisant une extraction de 1 000 à 1 100 tonnes en huit heures à 360 mètres de profondeur.

ÉTUDES ÉCONOMIQUES

L'INDUSTRIE A DOMICILE ET LES ATELIERS DE FAMILLE

Le rapport général sur les résultats de l'inspection du travail en 1903 (1) accuse un développement croissant de l'industrie à domicile par suite de la reconstitution des ateliers de famille.

Dans les industries de l'aiguille, il y aurait, d'après les statistiques officielles rassemblées par M. Fagnot (2), commissaire enquêteur à l'Office du travail, 650 000 ouvriers et ouvrières en chambre, dont 85 000 à Paris.

Dans la fabrication des dentelles, guipures et broderies, sur 100 000 personnes occupées, la moitié au moins travaillent à domicile, soit 50 000. Il y aurait ainsi 700 000 ouvriers en chambre.

Dans beaucoup d'autres industries, le travail à domicile existe, à côté de petits, moyens ou grands établissements patronaux. Sans vouloir énumérer ces industries, ce qui serait d'autant plus inutile que l'énumération serait très incomplète, nous citerons cependant celles que tout le monde connaît.

Le tissage de la soie et du ruban à Lyon, Saint-Étienne et toute la région, occupe 55 000 travailleurs isolés; le tissage de la batiste dans le Cambrésis, les tissages de Bapaume et ceux de Cholet, la bonneterie à Troyes, Falaise, etc., comptent 16 000 travailleurs isolés.

Une partie du travail se fait également en chambre chez les gantiers de Grenoble (4 200 travailleurs isolés), les ouvriers en chaussures de la région du Centre, les couteliers de Thiers (4 200 travailleurs isolés), les 600 ouvriers en limes du Chambon-Feugerolles (Loire), les vanniers, notamment à la Thiérache (Aisne), où l'on a trouvé 10 000 travailleurs isolés, les fabricants d'articles de Saint-Claude, les ouvriers en chapelets de Saumur, etc. Enfin, à Paris, en dehors des métiers de l'aiguille, le travail en chambre est plus ou moins répandu dans diverses petites industries des métaux, dans la plupart des industries d'art, dans la reliure et le cartonnage, le jouet et les articles de Paris, et surtout chez les ouvriers en meubles du faubourg Saint-Antoine.

Dans les industries très diverses que nous venons de citer, nous n'avons donné, d'après le recensement, le nombre des travailleurs isolés que pour les industries où ceux-ci sont presque toujours des ouvriers en chambre, et non de petits patrons vendant directement leurs produits au consommateur. La somme de ces chiffres dépasse 90 000. De ce chef, et tout en restant au-dessous de la réalité, on peut ajouter 100 000 ouvriers aux 700 000 des métiers de l'aiguille, et l'on obtient un nombre de 800 000 ouvriers et ouvrières en chambre, soit, sur 5 millions de travailleurs industriels, une proportion de 16 %.

Cette reconstitution progressive des ateliers de famille est due à diverses causes :

1° Au transport facile de l'énergie électrique produite économiquement dans les usines centrales et susceptible d'être divisée sans perte notable en quantités aussi petites qu'on le veut;

2° A la législation actuelle, qui permet aux ateliers de famille d'échapper, tant à la fixation de la durée du travail, qu'aux prescriptions relatives à l'âge d'admission des enfants, au repos hebdomadaire et au travail de nuit;

3° A la possibilité d'obtenir, par le travail à domicile, un abaissement du prix de la main-d'œuvre.

Chacune de ces causes mérite d'être examinée avec quelques détails.

UTILISATION DE L'ÉNERGIE ÉLECTRIQUE. — Dans certaines régions industrielles, les métiers et machines-outils ne sont qu'exceptionnellement groupés dans les grandes usines et appartiennent à de petits patrons, possédant deux ou trois métiers, qui travaillent à façon pour le compte des fabricants. La rubanerie à Saint-Étienne, le tissage de la soie à Lyon, la fabrication des articles d'horlogerie à Genève et à Besançon, le tissage de la toile à Cholet et dans les environs comportent, comme on l'a vu ci-dessus, un grand nombre de ces petits ateliers où le patron, conduisant lui-même un de ses métiers, confie les autres aux membres de sa famille. Cette organisation du travail, qui permet au père de famille de conserver ses enfants auprès de lui et de développer en eux des qualités traditionnelles de goût et d'habileté, avait le grand inconvénient (faute de force motrice pour actionner les métiers à tisser ou les petites machines-outils) de produire trop peu et à des prix trop élevés. Une évolution s'imposait donc pour soutenir la concurrence étrangère et la disparition des petits ateliers semblait inévitable lorsque l'électricité est venue fournir la meilleure solution.

L'industrie rubanière a particulièrement profité de l'adoption des moteurs électriques (3), et c'est de 1891 que date la fondation de la Compagnie électrique de la Loire, destinée principalement à transmettre la commande automatique aux métiers à ruban, qui sont disséminés tant dans les faubourgs qu'aux environs de Saint-Étienne.

La modération des tarifs de la Compagnie a été pour beaucoup dans l'évolution de l'industrie à domicile, et cette modération a été d'autant plus facilement réalisée que la force motrice nécessaire pour mettre en marche le métier à ruban est faible.

La Compagnie électrique de la Loire installe des moteurs de :

- $\frac{1}{3}$ de cheval pour un seul métier;
- $\frac{1}{2}$ cheval pour deux métiers;
- $\frac{3}{4}$ de cheval pour trois métiers.

D'après ces données, un atelier familial occupant trois métiers — et beaucoup sont dans ce cas — doit payer à la Compagnie :

1° Pour l'abonnement à un moteur de $\frac{3}{4}$ de cheval : 3 francs par mois ou 36 francs par an;

2° Pour la force motrice : un minimum de 22 fr. 50 par mois ou 270 francs par an.

Ce qui fait un total de 306 francs par an.

A Genève, à Lyon, à Besançon, des usines distribuant la force motrice à domicile ont aussi été installées et ont trouvé des débouchés dans les nombreux ateliers de famille. De là résulte le maintien et même l'accroissement de quelques branches de l'industrie familiale.

RÉGIME LÉGAL DE FAVEUR DES ATELIERS DE FAMILLE. — Une seconde cause de la reconstitution de l'industrie à domicile réside, avons-nous dit, dans les exceptions légales édictées en faveur des ateliers de famille.

On sait que la loi du 2 novembre 1892 régit le travail industriel des enfants au-dessous de 18 ans et des femmes de tout âge. Est soumis à la loi tout établissement, c'est-à-dire tout local, où une femme ou un enfant de moins de 18 ans se livre à un travail industriel.

La loi du 12 juin 1893, complétée par celle du 11 juillet 1903, est relative à l'hygiène et à la sécurité des travailleurs. Le champ de cette loi est beaucoup plus étendu que celui de la loi de 1892. En effet, la loi de 1893 est applicable à tous les établissements, industriels ou commerciaux, dans lesquels sont occupés non seulement des femmes et des enfants, mais aussi des hommes adultes.

Toutefois, l'une et l'autre lois contiennent une exception en faveur des ateliers de famille. « Sont seuls exceptés, dit la loi de 1892, les établissements où ne sont employés que les membres de la famille sous l'autorité soit du père, soit de la mère, soit du tuteur. » Cette exception n'est pas absolue, car l'atelier de famille est soumis à la loi de 1892 lorsque « le travail s'y fait à l'aide de chaudière à vapeur ou de moteur mécanique, ou si l'industrie exercée est classée au nombre des établissements dangereux ou insalubres ».

Il ne faut donc considérer comme ateliers de famille que ceux qui n'emploient aucun ouvrier ou apprenti étranger. Un parent autre que le fils ou le pupille du chef de l'atelier, son neveu, son cousin par exemple, doit être, au point de vue de la loi, considéré comme un étranger à la famille et par conséquent fait perdre à l'atelier le caractère qui lui permet d'échapper à la loi. C'est, du reste, dans ce sens que s'était prononcée la jurisprudence sous le régime de la loi de 1874, bien que cette loi ne contint pas, sur ce point, un texte aussi précis que la loi de 1892. La Cour d'appel de Toulouse, dans un arrêt du 16 juin 1886, décida qu'un patron employant chez lui, dans son domicile, à des travaux de son métier, une fille mineure *sa parente*, recueillie par charité, est soumis à la loi réglementant le travail, la protection de la loi devant s'étendre aux enfants recueillis par charité, dès l'instant qu'on les emploie à des travaux manuels et industriels.

Tous les ateliers de famille ne sont pas complètement exemptés d'obéir à certaines prescriptions de la loi. Il est deux catégories d'établissements dans lesquels, même lorsqu'il s'agit d'ateliers de famille, l'inspection peut exercer son contrôle, à un point de vue limité toutefois, ainsi que nous l'expliquerons plus loin; ce sont : 1° ceux où le travail se fait à l'aide de chaudière à vapeur ou de moteur mécanique; 2° ceux qui sont classés au nombre des établissements dangereux ou insalubres.

L'inspecteur du travail a le droit dans ces établissements de prescrire des mesures de sécurité et de salubrité.

En résumé, les prescriptions édictées par la loi et les règlements d'administration publique qui les complètent, pour assurer la sécurité des enfants, des filles mineures et des femmes, et la salubrité des ateliers où ils travaillent, sont applicables aux ateliers de famille comme aux autres établissements industriels. Quant aux autres prescriptions de la loi, notamment celles relatives à l'âge d'admission, au repos hebdomadaire, à la durée du travail, au travail de nuit, les ateliers de famille n'y sont pas soumis.

La loi du 12 juin 1893, comme celle du 2 novembre 1892, contient en faveur des ateliers de famille une exception dont elle détermine nettement le caractère.

Sont seuls exceptés des dispositions de la loi de 1893, dit l'article premier, paragraphe 2, les établissements où ne sont employés que les membres de la famille sous l'autorité soit du père, soit de la mère, soit du tuteur.

Néanmoins, si le travail s'y fait à l'aide de chaudière à vapeur ou de moteur mécanique, ou si l'industrie exercée est classée au nombre des établissements dangereux ou insalubres, l'inspecteur aura le droit de prescrire les mesures de sécurité et de salubrité à prendre conformément aux dispositions de la présente loi.

(1) Journal Officiel du 4 août 1904.

(2) Rapport présenté le 27 avril 1904 à l'Association nationale française pour la protection légale des travailleurs.

(3) Les Moteurs électriques dans les industries à domicile, par E. DUBOIS et A. JULIN.

En principe, ces exceptions limitées paraissent légitimes et si, aujourd'hui, des objections s'élèvent contre elles, c'est parce qu'il est impossible, dans la grande majorité des cas, de traiter le problème du travail en chambre sans heurter l'atelier familial.

Or, aux époques de surproduction, l'Administration a constaté que les ateliers de famille perdent leur caractère, par suite de l'admission d'ouvriers étrangers, et font une concurrence ruineuse aux établissements industriels soumis en tout temps à la réglementation.

Cette situation frappa la Commission supérieure du travail qui dans son rapport de 1902 (1) reproduisit, en s'y associant, le vœu émis par la Commission départementale de l'Aube et demanda notamment :

Que le travail à domicile soit réglementé d'une façon rigoureuse et efficace ; que l'exception dont jouit l'atelier de famille soit supprimée ; que le patron occupant des personnes en dehors de la fabrique ou du magasin soit obligé d'établir une liste indiquant le nom et l'adresse de ces personnes ; que le patron ou commerçant soit responsable, tout au moins civilement, des contraventions commises par le façonnier, qu'il soit pénalement responsable lorsque les locaux et le matériel lui appartiendront ou lorsqu'il aura connu la contravention.

La Commission supérieure se basant sur les faits signalés par l'inspection, ajoute :

Il n'est pas permis de douter que, sous la poussée de l'intérêt privé, une organisation industrielle nouvelle se développe dans le but de soustraire aux obligations de la loi, et, en particulier, à la limitation de la durée légale, le travail des enfants et des femmes.

Il en résultera que la même industrie, suivant son organisation, bénéficiera d'un régime de liberté illimité, ou bien verra restreindre son travail à dix heures, que la protection légale consacrerait des différences de traitement entre des mineurs et des femmes dont le travail de même nature aurait droit au même traitement, et qu'enfin les conditions de la concurrence se trouveront, du fait du législateur, artificiellement faussées au profit des ateliers de famille.

La Commission supérieure estime qu'il ne suffit pas de mettre ainsi en pleine lumière un mouvement qui, abusant manifestement de l'exception dont bénéficie l'atelier de famille, tend et réussit à tourner la loi, malgré la vigilance de l'inspection, et à soustraire de plus en plus le travail de la femme et de l'enfant à la protection légale. N'oublant point qu'elle doit « veiller à l'application uniforme et vigilante » de la loi, la Commission supérieure va plus loin ; elle n'hésite pas à faire au législateur une proposition ferme, en vue de porter secours, en quelque sorte, à la loi, tout au moins sur l'un des points menacés :

Il est à remarquer, dit-elle, que les ateliers de famille dont la concurrence à l'industrie réglementée paraît la plus redoutable sont ceux qui, comme dans la bonneterie de l'Aube et la passementerie de Saint-Étienne, sont organisés industriellement, c'est-à-dire possèdent un moteur mécanique.

La question qui se pose est donc, à notre avis, beaucoup moins complexe et soulève moins de difficultés que celle de la surveillance générale du travail à domicile.

Elle se résout dans la seule question de décider si les ateliers de famille qui, en raison du moteur mécanique qu'ils emploient, sont déjà soumis à la surveillance des inspecteurs du travail, au double point de vue de l'hygiène et de la sécurité, ne devraient pas être également soumis à certaines obligations de la loi du 2 novembre 1892.

Il n'est pas inutile d'ajouter que la réglementation du travail, à laquelle échappent les ateliers de famille qui font déjà une concurrence appréciable aux manufacturiers, préoccupe très vivement certains patrons auxquels ces ateliers rendent très difficile ou même impossible la fabrication de certains articles au même prix de revient.

ABAISSEMENT DU PRIX DE LA MAIN-D'ŒUVRE. — Le travail à domicile fournit, en général, une main-d'œuvre meilleur marché que le travail en atelier. Mais il n'est vraiment rémunérateur que pour les industries d'art et pour les industries exposées aux variations brusques de la mode.

Pour ces dernières industries, il est même indispensable, et c'est grâce à lui que les fabricants peuvent résoudre le difficile problème de la production. En effet, pour les articles de mode (confections, soieries, rubans, étoffes), les commandes pour une espèce déterminée affluent un moment dans les bureaux pour se raréfier ensuite à un point inquiétant. Que ferait un industriel pendant ces périodes de crise parfois longues et se représentant à d'assez courts intervalles ? Produire malgré tout, on ne peut y songer : lorsqu'un article est frappé de déchéance par la mode, il est permis de le considérer comme invendable. La mode a beau évoluer dans un cercle étroit, jamais elle ne se répète textuellement.

D'un autre côté, une fabrique puissamment, coûteusement installée ne peut pas supporter le chômage. Les frais généraux seraient hors de pair avec la production, et la production est inutile quand la vente n'est pas assurée.

Ce difficile problème ne peut se résoudre que par le système du travail à domicile, où l'industriel trouve la facilité de multiplier ses ordres en cas de commandes importantes, de les diminuer et même de les cesser tout à fait lorsque les affaires deviennent stagnantes.

Quelquefois, pour un même objet, il existe deux sortes d'articles à fournir : l'article riche, très accessible aux caprices de la mode, et l'article courant plus stable, destiné à une clientèle peu fortunée. Tout industriel qui fait les deux, aurait parfois intérêt à créer les deux centres de fabrication : l'un dans une ville où la main-d'œuvre à domicile peut produire la bonne qualité ; l'autre, dans la campagne, où la main-d'œuvre moins habile et à meilleur marché suffira pour la production des articles courants et ordinaires.

La diminution du prix de la main-d'œuvre par l'atelier de famille est tacitement démontrée (1) à Elbeuf, où deux maisons de confection de chemises fournissent du travail à deux cent cinquante ouvrières environ. Le travail consiste à faire le montage des chemises, les boutons et les goussets. Par douzaine, les ouvrières monteuses reçoivent, suivant la qualité, de 0 fr. 95 à 1 fr. 50, et les ouvrières boutonnères seulement 0 fr. 60, déduction faite, pour les premières, de 0 fr. 15, et, pour les secondes, de 0 fr. 02 pour le fil. Les unes et les autres arrivent, en onze heures de travail, à faire une douzaine et demie de chemises, ce qui fait ainsi ressortir le prix de l'heure, de 0 fr. 10 à 0 fr. 18.

Dans le pays de Caux, les gains des tisseurs à domicile sont devenus dérisoires : pour une pièce de mouchoir ou de rouennerie de 80 mètres qui exige une fabrication d'une durée de quinze jours, le tisserand à la main touche de 7 francs à 7 fr. 50 et moins encore si l'on tient compte des malfaçons, de sorte que son salaire quotidien ressort à 60 centimes (Rapport de M. Jarackewski, Inspecteur divisionnaire du travail, à Rouen).

CONCLUSION. — De l'étude qui précède, il semble résulter que le développement de l'industrie à domicile réaliserait une amélioration économique du premier ordre. La régénération de l'atelier familial — à condition, toutefois, que cet atelier n'ait pas uniquement pour but l'exploitation des enfants par le père, la mère ou même le tuteur — permettrait de combattre l'élévation des frais généraux de fabrication spéciale, d'éviter la construction d'établissements coûteux, de créer de nombreux débouchés aux usines génératrices d'électricité, et enfin d'atténuer les inconvénients de la concentration des ouvriers dans nos énormes agglomérations industrielles, concentration si funeste à leur santé et aux conditions matérielles et morales de la vie de famille. Mais, au point de vue social, il est nécessaire que l'atelier de famille, pour être viable, ne soit pas un moyen détourné d'avilissement des salaires de la femme et de l'enfant. Ceux-ci, en effet, sont trop souvent obligés de veiller et de se surmener parce qu'ayant pris une besogne au-dessus de leurs forces, ils doivent la rendre à jour fixe.

Une réglementation des ateliers de famille, conciliable avec leur caractère privé, s'impose donc, tant dans l'intérêt des établissements industriels existants auxquels ils font une concurrence appréciable que dans l'intérêt général, car la durée excessive de la journée de travail dans l'industrie à domicile causerait une surproduction d'où résulteraient des chômages forcés et l'abaissement des salaires.

Paul RAZOUS,

Licencié ès Sciences mathématiques et ès Sciences physiques,
ancien Inspecteur du travail dans l'industrie.

TRAVAUX PUBLICS

TRAVAUX D'INSTALLATION

de l'usine hydro-électrique de la Compagnie Toronto and Niagara Power.

La Compagnie Toronto and Niagara Power achève actuellement les travaux qu'elle a entrepris pour l'aménagement de la partie des chutes du Niagara qui lui a été concédée sur la rive canadienne.

Nous croyons utile de mettre en relief les difficultés, heureusement surmontées, contre lesquelles les Ingénieurs américains ont eu à lutter, et de signaler les procédés qui ont été employés (2). Ces difficultés étaient d'ordres divers et avaient pour causes principales : la rapidité du courant, les profondeurs très variables du fleuve, la nature des terrains rencontrés et aussi la violence de la chute naturelle.

Il eût été très difficile, sinon impossible, de construire l'usine génératrice en aval des chutes et d'y amener, sur les turbines, une dérivation faite en amont. Ce procédé, qui est celui qu'on adopte généralement, a dû être abandonné. Dans ses grandes lignes, la nouvelle installation rappelle celle de la Compagnie Niagara Falls (3).

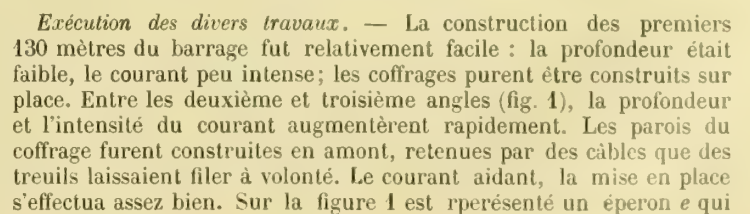
Description de l'installation. — L'usine, construite en A (fig. 1), en amont de la falaise de chute naturelle B, comporte onze générateurs

(1) Rapport sur l'application des lois sur le travail en 1903, page xvin, Imprimerie Nationale.

(2) D'après l'Engineering Record.

(3) Voir le Génie Civil, t. XXI, n° 21, p. 342 ; t. XXV, n° 44, p. 246 ; t. XXVIII, n° 43, p. 225 ; t. XXIX, n° 24, p. 383, et t. XLII, n° 10, p. 149.

Le canal de fuite de chacune des turbines traverse le massif rocheux entre le puits de la turbine et le collecteur voisin t ou t' . Ce canal a la forme représentée par la figure 2 qui ménage un joint hydraulique permettant l'isolement et le travail à sec en cas de réparation dans la



fut construit pour diriger le flot; le barrage en ce point élevant trop le niveau de l'eau, une inondation des berges était à craindre.

Vers le 180^e mètre, la profondeur augmentant subitement d'environ 0^m 50 par mètre, et ceci pendant 15 à 20 mètres, pour diminuer ensuite, il fallut augmenter la largeur des parois du coffrage ainsi que celle du remplissage (section CD, fig. 8). La mise en place fut très pénible en ce point. De la dernière partie construite, et sur la face amont, on lançait au moyen d'un treuil et de câbles une forte *défense* en charpente; on pouvait alors construire le coffrage proprement dit en eau calme, sous la protection de cette défense.

Quand le barrage arriva au 230^e mètre, l'intensité du courant fut telle que les câbles et attaches de la défense furent brisés et que celle-ci partit à la dérive sans qu'on pût même essayer de la sauver. Une nouvelle défense plus solide et plus fortement amarrée remplaça la première; elle fut aussi emportée par une crue; dans la suite on put cependant achever sans être obligé d'en construire une nouvelle, les travaux poursuivis sous la protection de la défense précédente ayant permis de travailler à une profondeur beaucoup moindre.

Le canal collecteur T étant sous le lit de la rivière dans toute sa

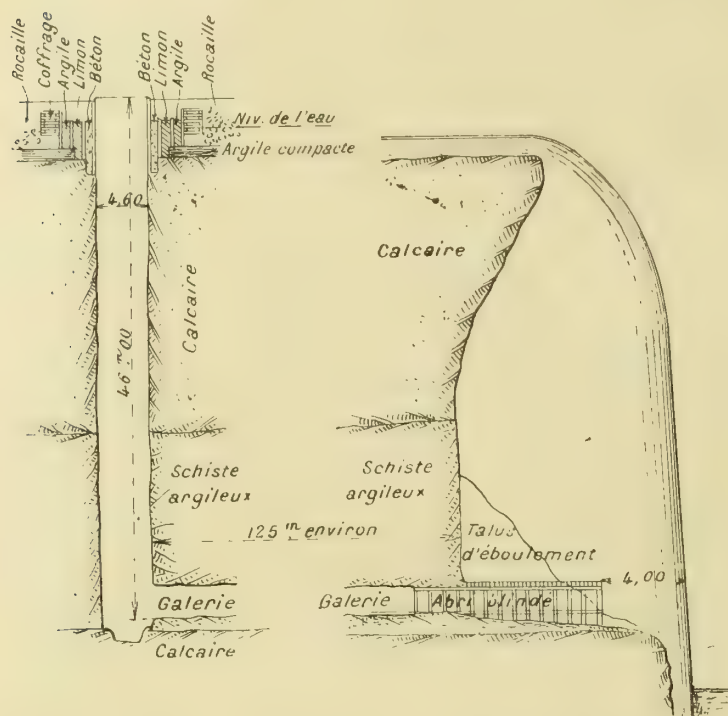


FIG. 9. — Coupe verticale du puits de rive et de la galerie d'accès jusqu'à la chute.

longueur, on jugea utile, soit pour l'évacuation des déblais, soit pour les réparations futures, de le relier par une galerie *pq* à un puits *p* foré sur la rive (fig. 1 et 9).

L'excavation du collecteur fut commencée en partant de l'aval et en profitant de la facilité que donnait l'écoulement des eaux; mais un autre puits fut foré en amont pour hâter les travaux.

Les cotes du puits de rive *p* sont : profondeur, 46 mètres; diamètre, 4^m 60.

La première couche de terrain est formée par une épaisseur de 6 mètres de matériaux très perméables laissant venir du fleuve une arrivée d'eau très importante. La figure 9 montre le procédé qui a été adopté pour arriver jusqu'à la couche solide : une fosse de 14 mètres $\times$ 11^m 50 fut foncée jusqu'à 0^m 70 au-dessous du fond de la rivière et la surface du roc enlevée sur une hauteur de 1^m 20. Dans cette cavité on plaça un coffrage en bois dont les cotes intérieures correspondaient à celles du puits final. Autour de ce coffrage on coula une enveloppe de béton protégée par plusieurs murs d'argile et de limon et un coffrage extérieur. Le forage du puits put s'achever sans grandes difficultés.

Les dimensions de la galerie de construction *pq* sont : longueur, 205 mètres; largeur, 4^m 30; hauteur, 2^m 20; la section est suffisante pour la pose d'une double voie étroite.

Jusqu'au point *o* (fig. 1) la galerie fut relativement sèche ou asséchée sans difficulté par une seule pompe fonctionnant périodiquement. Mais en ce point, où l'axe de la galerie est à 4^m 50 de la paroi de la falaise, l'ébranlement causé par un trou de mine produisit une énorme voie d'eau, d'où une inondation qui nécessita l'installation de pompes puissantes fonctionnant sans interruption. Peu de temps après la reprise des travaux, un éboulement beaucoup plus important que le premier produisit une nouvelle inondation qu'il fut impossible de vaincre au moyen des pompes. La fissure livrait passage à une partie de l'eau de

la chute, le niveau dans le puits *p* s'élevait à 14^m 50 au-dessus de la voûte de la galerie.

On résolut alors de faire sauter le tampon compris entre la galerie et la chute : dix-huit trous de mine recevant la charge de dix caisses de dynamite, explosant sur la façade, désagrégerent la masse et livrèrent passage à l'eau dont le niveau baissa instantanément jusqu'à 0^m 30 au-dessous de la clef de la galerie.

Pour faire le déblayage des matériaux provenant de l'explosion et de ceux qui se sont amassés naturellement au pied de la falaise, ce qui était une opération assez dangereuse, on eut encore recours aux explosifs : deux hommes furent attachés ensemble à une corde qu'on laissait filer du bord, et allèrent porter la dynamite dont l'explosion dégaga totalement l'ouverture par laquelle s'écoula toute l'eau de la galerie.

La figure 9 indique un abri blindé en charpente dont l'extrémité est à 4 mètres environ de la nappe d'eau de la chute et dont le but était de protéger les ouvriers employés à la construction de l'entrée du tunnel contre les puissantes rafales du jet liquide. La construction de cet abri ne put se faire qu'en amarrant les ouvriers à de fortes pièces de charpente.

L'établissement du barrage principal MN étant un travail de longue durée, pour mener de front le forage des chambres des turbines, on dut construire en *ij* (fig. 1) un barrage formé de deux batardeaux, l'un intérieur ayant une largeur constante de 2^m 20, l'autre extérieur dont la largeur variait de 2^m 20 à 3^m 80 selon la profondeur. La construction de ce barrage n'a présenté aucune difficulté remarquable.

P. R.

MATÉRIAUX DE CONSTRUCTION

LE GRANIT-ASPHALTE

et les chaussées en asphalte armé.

Les qualités qu'il faudrait exiger d'un dallage ou d'un revêtement de chaussée sont si diverses qu'il n'existe point de mode de pavement idéal. L'aire d'une chaussée de rue, très fréquentée par des piétons, des chevaux et de lourdes voitures, doit offrir une très grande dureté jointe à une grande résistance à l'usure, qualité tout aussi indispensable, mais qui ne découle pas nécessairement de la première. La chaussée ne doit être ni glissante, ni sonore; mais elle doit être élastique, d'un roulement facile et, à toutes ces conditions, les hygiénistes ajoutent l'imperméabilité et l'imputrescibilité.

Chacun des matériaux usités jusqu'ici répond à une partie du programme, mais y joint quelques défauts. En particulier, l'asphalte ordinaire, tel qu'on l'emploie dans les rues de Paris, a l'avantage de recouvrir la chaussée d'une chape parfaitement unie, imperméable et imputrescible; il n'est point sonore et il est élastique; mais la surface est glissante, se ramollit aux ardeurs du soleil; l'usure est rapide et inégale, ce qui produit dans la chaussée des flaches désagréables les jours de pluie.

On a cherché à faire disparaître ces défauts de l'asphalte naturel, en modifiant sa composition, et l'un de ces succédanés, auquel son inventeur a donné le nom de *granit-asphalte*, a montré, dans les nombreuses expériences auxquelles il a donné lieu depuis plusieurs années déjà, des qualités qui permettent de l'appliquer au revêtement des voies où la circulation est la plus intensive.

Ce résultat a été obtenu par l'incorporation de matières minérales et notamment de particules de granit, dans certaines conditions de température et de tour de main. Le mélange s'opère dans la chaudière même où l'asphalte naturel est en fusion et sous l'action d'un malaxage énergique destiné à donner à la pâte une parfaite homogénéité. A la haute température où se fait le mélange, les éléments du nouveau produit réagissent les uns sur les autres, et ces manipulations méthodiques ont pour résultat de modifier notablement les propriétés physiques et chimiques du composé obtenu.

Au point de vue chimique, l'expérience montre que le granit-asphalte présente une véritable immunité contre l'action dissolvante des acides, huiles ou graisses, qui attaquent assez rapidement l'asphalte ordinaire, et ce résultat est particulièrement intéressant en ce qui concerne les caniveaux, constamment baignés, par destination, par des liquides impurs qui désagrégent assez vite les matériaux usuels autres que le grès.

Au point de vue physique, la pâte de granit-asphalte manifeste une dureté particulière, bien supérieure à celle de l'asphalte ordinaire sous les deux formes où il est employé. En outre, la résistance à l'usure, qui est plus spécialement en cause ici, classe ces nouveaux matériaux directement après les granits, porphyres et diorites granitoïdes les plus résistants, et sensiblement à égalité avec le grès dur de Fontainebleau.

Voici, en effet, une classification établie par le laboratoire de l'École des Ponts et Chaussées :

Provenance et nature des matériaux.	Usure après 4 000 tours de meule.
Quartzite de Domfront (Orne) centimètres.	0,37 ⁽¹⁾
Grès de Saint-Sauveur-le-Vicomte (Manche)	0,55
Granit porphyroïde de Clerfay (Vosges)	0,64
— de Saint-Brieuc (Côtes-du-Nord)	0,74
Porphyre de Quenast (Belgique)	0,84
Grès gris roux de Jeumont (Nord)	0,93
Porphyre de Saint-Raphaël (Var)	1,12
Grès de l'Yvette premier choix, recueilli en 1888 . .	1,25
Diorite granitoïde de Neuillé-sur-Vicoin (Mayenne) .	1,36
Granit-Asphalte	1,52
Grès dur de Fontainebleau	1,53
Pierre marbre de Cassis (Bouches-du-Rhône) . . .	1,81
Marbre Sainte-Anne d'Hestrud (Nord)	2,50
Lave de Volvic (Puy-de-Dôme)	3,10
Liais de Senlis (Oise)	3,39

D'autre part, l'usure est très régulière, et les grains de granit ont une telle adhérence avec la gangue asphaltique, qu'ils se rompent sans se détacher dans les expériences de rupture effectuées sur le granit-asphalte.

La pâte coulée donne une surface unie qui jouit, en outre, de la



FIG. 1. — Chantier de pavage en asphalté armé, à Belfort, rue de la Préfecture.

propriété de n'être pas glissante et de ne pas se ramollir sous l'action de la chaleur solaire.

En couche de 15 à 20 millimètres, sur une aire de fondation en béton, le granit-asphalte permet l'établissement de trottoirs et de dallages uniquement destinés à la circulation des piétons. Pour le revêtement des chaussées charretières, des rues et des écuries, il est nécessaire de lui donner plus de masse et de corps. La pâte est alors coulée sur un hérisson formé de petites pyramides de granit qui sont assujetties dans une mince couche bitumineuse, adhérent elle-même à la plate-forme de fondation en béton. On a donné à ce dispositif le nom d'*asphalte armé*.

L'épaisseur du revêtement varie suivant l'importance de la circulation, comme nombre et comme poids. Dans les écuries, magasins, halls de marchandises, etc., il suffit de lui donner 4 centimètres. Elle peut augmenter jusqu'à 7 centimètres, épaisseur usitée dans les rues très fréquentées, à Paris, par exemple.

L'usure régulière est faible — elle est analogue, comme on l'a vu, à celle des pavés de Fontainebleau — ce qui réduit considérablement l'entretien, et, par conséquent, l'inconvénient des remaniements fréquents qui transforment en chantiers permanents la plupart des rues



FIG. 2. — Coupe partielle d'une chaussée en asphalté armé.

(1) Les nombres ci-dessous expriment en centimètres l'épaisseur de la tranche enlevée par le frottement sur la face inférieure d'un prisme chargé d'un poids constant de 250 gr. par centimètre carré et parcourant un espace de 6 500 mètres en deux heures.

de Paris. En outre, tandis qu'avec les modes habituels de pavage, toute réfection comporte la dépose et la repose complètes du pavé, l'entretien des parties usées de l'asphalte armé se borne, lorsque apparaissent les têtes de l'armature, à couler une nouvelle couche de 1 à 2 centimètres de granit-asphalte qui se soude à la masse.

La tendance au glissement est assez faible pour qu'on puisse appliquer ce genre de chaussées sur des parties déclives où, jusqu'à présent, le pavé de grès était seul employé. Une expérience significative a été faite sur une rampe de sortie de la gare de marchandises du P.-L.-M.; cette rampe de 3 centimètres par mètre et en courbe accentuée (rayon 8^m 50) est assez étroite, ce qui oblige les roues des lourds charrois à suivre toujours la même piste; l'expérience était donc particulièrement intéressante au point de vue à la fois de la résistance à l'usure et au glissement.

M. l'Ingénieur en chef des Ponts et Chaussées Morard, dans le compte rendu qu'il a fait de cet essai, remarque que « les roues des véhicules passant toutes sur le même point, creusent rapidement dans le pavage en grès, dont ces rampes sont munies, un sillon profond qui exige des réfections fréquentes ». Il était donc à prévoir qu'avec le nouveau mode de pavage, on arriverait, à bref délai, à user la couche superficielle, à mettre l'armature à nu et, par conséquent, à rendre la réparation de l'enduit nécessaire, et il s'agissait de constater la facilité et la simplicité de cette opération. Or, l'armature en granit ayant été mise à nu, il a suffi de faire « un emploi d'asphalte dans les ornières après repiquage à la pointe. La soudure a été parfaite et les voitures ont continué à circuler sur les bandes nouvelles sans y apporter le plus



FIG. 3. — Chantier de dallage en granit asphalté, à Paris (station du Métropolitain, à l'Opéra).

léger décollement. C'est principalement ce résultat, ajoute M. Morard, qui a fait cesser nos hésitations et qui nous a décidés à faire l'application dans la cour des voyageurs ».

Ces résultats ont donc été concluants. On pourrait également citer au point de vue du glissement, la rue Pierre-Haret, à Paris, qui descend en forte pente du boulevard de Clichy à la place Vintimille et qui est revêtue d'asphalte armé; enfin, les travaux du même genre exécutés autour de l'usine Clément à Levallois-Perret, sur 4 000 mètres carrés, montrent que ce nouveau produit ne donne lieu à aucun dérapage pour les automobiles.

Un autre point sur lequel les premiers essais de revêtements en asphalté armé dans les rues ont attiré l'attention, notamment dans la rue Saint-Martin, à Paris, c'est la constitution des caniveaux.

Les revers en pavés de grès, par l'inégalité de leurs surfaces, offrent toujours un obstacle à l'écoulement des eaux, et les joints perméables retiennent une partie des eaux ménagères. Le pavé de bois est perméable et putrescible; il offre, en outre, un inconvénient plus grave résultant de la poussée qu'il exerce sur la bordure de trottoir et qui se manifeste par la fréquente boursoufflure de l'aire asphaltée de ce trottoir. L'asphalte comprimé enfin, qui ne participe pas à ces défauts, se désagrège sous l'influence des eaux stagnantes et généralement impures, avec une rapidité telle que les caniveaux doivent être, dans certaines rues de Paris, l'objet de deux ou trois réfections par an.

L'expérience a montré que le granit-asphalte échappe à ces critiques et permet de constituer, même dans le cas du pavage en bois, un caniveau qui, par sa masse et son adhérence sur le béton de fondation, résiste à la poussée. On peut également l'employer pour remplacer les revers pavés des chaussées en macadam, dans la traversée des villes.

Les premières applications importantes de l'asphalte armé ont été faites par les grandes Compagnies de chemins de fer, dans les cours d'arrivée des gares de Paris, notamment à la gare de Lyon, sur 4 000 mètres carrés, à la gare du quai d'Orsay (cour d'arrivée, quai intérieur et bouillottes) 2 000 mètres carrés, à la gare de la Bastille, 1 000 mètres carrés, à la gare du Nord, à la gare Saint-Lazare, ainsi que sur les quais aux gares de Versailles, Saint-Germain, Saint-Cloud, Bécon, etc. Les cours d'arrivée présentent une application particulièrement intéressante de ce genre de pavage, la circulation considérable et le stationnement des voitures et des chevaux nécessitant à la fois une aire résistante et imperméable, où l'écoulement soit toujours assuré.

Nous avons cité les pavages exécutés autour de l'usine Clément et dans la rue Pierre-Haret; il convient d'y ajouter, pour les travaux qui caractérisent le mieux les qualités spéciales de l'asphalte armé, le revêtement des ponts de Rambouillet et de Pantin, de rues et de places à Belfort (fig. 1), à Lille, etc.

La figure 3 montre les chaudières d'un type spécial qui servent à la fusion du granit-asphalte employé notamment pour le dallage des stations du nouveau réseau du Métropolitain, à Paris, travail dont a été chargée la Société de l'Asphalte armé.

Il y a là, évidemment, tout un ensemble de faits susceptibles d'arrêter l'attention des Ingénieurs et des services de voirie. Les modes de pavage de nos rues sont encore assez loin de la perfection pour qu'on puisse souhaiter d'y apporter d'heureuses modifications.

L-Colonel G. ESPITALIER.

VARIÉTÉS

Appareil de pointage Grubb.

La figure ci-dessous représente la partie optique d'un appareil de pointage, décrit par le *Journal of the United States Artillery*, qui vient d'être appliqué avec succès aux fusils de guerre (notamment au Mauser), aux armes de chasse et aux canons de petit calibre.

Avec cet appareil, les difficultés du pointage ordinaire seraient supprimées.

Rappelons quelles sont ces difficultés.

Dans le cas du canon de 90, par exemple, le pointage est obtenu quand l'œil, placé derrière l'oculaire, voit le but se placer entre les pointes du guidon; or, ces deux objets, but et guidon, étant situés à des distances très différentes, pour lesquelles l'œil doit accommoder, il est impossible qu'ils soient vus nettement en même temps. Le pointage n'est donc jamais rigoureux, il est toujours fait au jugé.

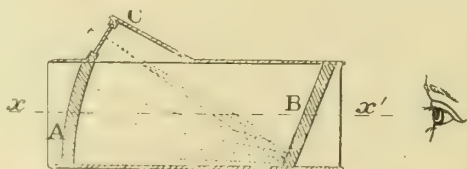
Avec les armes portatives, et surtout le pistolet, les difficultés sont encore accrues de ce que le cran de mire est éloigné de l'œil. Ici, l'accommodation doit se faire pour trois points placés à des distances différentes : le but, le sommet du guidon et le cran de mire; de plus, il faut mettre ces trois points en ligne droite avec l'œil.

Dans ces conditions, même fait méthodiquement, le pointage nécessite au moins quatre opérations distinctes, qui ne peuvent être faites simultanément. L'exactitude du pointage dépend donc beaucoup plus de la mémoire rétinienne et de la souplesse musculaire de l'œil que de l'acuité visuelle proprement dite, ce qui explique ce fait, en apparence paradoxal, que certains myopes sont d'excellents tireurs. Enfin, dans ce mode de pointage, l'observation est faite par un seul œil, le droit généralement, lequel peut n'être pas le meilleur; en tous cas, si les deux yeux sont également bons, on perd l'avantage de la vision binoculaire.

Le viseur Grubb se compose essentiellement de deux lames transparentes à faces parallèles A et B, montées aux deux extrémités d'un tube métallique fixé à demeure ou temporairement sur le tonnerre. Ces deux lames fonctionnent comme deux vitres et, pour l'œil placé en arrière, laissent voir, dans le champ du tube, les objets éloignés sans déformation ni déplacement, absolument comme à l'œil nu. Ceci a lieu quelle que soit la distance de l'œil en arrière du tube.

La lame A est limitée par deux faces sphériques concentriques; sa face concave est recouverte d'un enduit métallique brillant qui la fait fonctionner comme miroir concave. Cet enduit est assez mince pour ne pas empêcher la vision par transparence à travers la lame. La lame B est à faces planes parallèles, et est également enduite d'une pareille couche à l'intérieur, mais sur le tiers inférieur seulement.

En face de B, se trouve une sorte de capuchon C muni d'un diaphragme opaque, dans lequel est découpée une croix fine, qui apparaîtrait par conséquent en blanc sur fond noir si l'on interposait ce



diaphragme entre l'œil et le ciel. Cette croix donne, par rapport au miroir plan de B, une image virtuelle, qui fonctionne comme objet réel par rapport au miroir concave de A; or, l'appareil est construit de telle façon que le point de croisée de cette première image est au foyer de A; il se formera donc une deuxième image virtuelle sur l'axe principal à l'infini, dans la direction de l'axe principal du miroir, lequel est parallèle à l'axe xx' du tube; l'œil verra, par conséquent, une croix blanche se superposer au paysage. Comme les objets visés sont toujours très éloignés (pratiquement, aussi à l'infini), il s'ensuit que, quand l'œil sera accommodé pour les voir nettement, il sera aussi accommodé pour voir nettement la croix; le but et la croix seront donc bien vus simultanément, et leur mise en coïncidence sera des plus faciles; de plus, elle pourra être faite, soit simultanément par les deux yeux, soit indifféremment par l'un ou par l'autre, quelle que soit leur position, car il n'y a pas d'erreur possible de parallaxe.

Le champ de l'instrument est évidemment d'autant plus grand que le tube est plus large et plus court, et que l'œil en est plus rapproché. Pour cette raison, avec les canons, l'œil se placera instinctivement le plus près possible du tube; avec les armes portatives, comme l'œil a une position sensiblement fixe, il faut adopter un dispositif qui permette de placer l'appareil aussi en arrière que possible; une variation de la position de l'œil, même très grande, ne change d'ailleurs absolument rien à l'exactitude du pointage, elle n'a d'influence que sur la grandeur du champ: cela résulte de ce qui précède.

Pour donner à l'arme l'angle de tir qui convient à la distance du but, l'appareil est relié à une hausse graduée qui en règle la position correspondant à une distance de tir donnée par la seule manœuvre d'un bouton molleté. Si simple que soit ce mécanisme, sa fragilité est un point faible pour l'appareil, car, forcément, il doit être placé à l'extérieur. Pour les armes de chasse, la question ne se pose guère, le tir d'un même gibier se faisant sensiblement à la même distance, généralement assez courte; pour les canons, elle ne se pose pas du tout, car l'appareil tout entier peut être démontable et s'adapter dans un logement approprié au moment de la mise en batterie.

Avec quelques modifications, ce viseur semble pouvoir s'adapter utilement à des appareils d'arpentage et de nivellement.

Une nouvelle falsification du lait.

Dans les grandes villes, la difficulté de se procurer du lait naturel qui ne soit ni écrémé, ni baptisé, a fait naître des règlements que les polices municipales sont chargées de faire observer. C'est ainsi qu'à Paris le Laboratoire municipal exige que le lait marchand vendu de 20 à 22 centimes le litre satisfasse à certaines conditions. Ce lait doit renfermer en moyenne par litre: 130 grammes d'extrait sec et 40 grammes de beurre; sa densité doit être d'environ 1,033.

De ce qu'un lait n'atteint pas ces chiffres peut-on en conclure qu'il a été écrémé ou baptisé? Aucunement. De ce qu'un lait les atteint peut-on en conclure qu'il est naturel et peut être acheté en toute confiance comme tel? Pas plus. Comme il arrive souvent en pareil cas, assigner des limites à des grandeurs qui dépendent de facteurs d'origine naturelle et qui de ce fait même sont essentiellement variables, c'est s'exposer à aller à l'encontre du but qu'on s'est proposé d'atteindre. Sans doute les petits marchands sont atteints par une pareille réglementation, mais ce sont les falsificateurs les moins dangereux, car ils ne pratiquent, en somme, que les plus anodines et les plus grossières des falsifications, l'écraimage et le mouillage; les grands fournisseurs, au contraire, sont beaucoup plus à craindre car ils savent se mettre à couvert tout en pratiquant la falsification; ils disposent en effet des ressources puissantes de la chimie et de l'industrie et savent donner sûrement aux denrées les qualités requises par les règlements, et celles-là seulement. Enfin la signification réelle des chiffres exigés leur est connue, car ils sont au courant des procédés analytiques employés aux laboratoires municipaux pour déterminer ces chiffres.

Comme le montre le docteur G. Quesneville, dans le *Moniteur Scientifique*, les chiffres qu'exige le Laboratoire municipal de Paris sont trop élevés.

Les fermiers ne peuvent pas donner avec chance de faire quelque bénéfice un lait naturel et sans aucune modification, pour le prix très bas de 20 à 22 centimes, à moins qu'il ne soit fourni par des vaches de race hollandaise ou flamande. Ces races donnent, en effet, une grande quantité de lait, mais ce lait est très aqueux; il est relativement pauvre en matières solides albuminoïdes et en beurre et n'atteint qu'exceptionnellement les chiffres réglementaires. Lorsque ceux-ci ont été fixés, les fournisseurs n'auraient, paraît-il, protesté que contre le chiffre relatif à l'extrait; il leur est en effet impossible de relever ce chiffre par une falsification qui soit à la fois facile et peu coûteuse; au contraire il serait très aisé, d'après M. Quesneville, de relever le chiffre en beurre par l'addition d'une matière grasse étrangère: le beurre ou plutôt l'huile de coco. Aussi n'ont-ils pas protesté contre le chiffre trop élevé relatif au beurre.

Le beurre de coco, qui fond à 26-28 degrés, lorsqu'il est convena-

blement désinfecté à la soude caustique et ajouté dans les proportions requises pour satisfaire au règlement, ne peut être décelé par les méthodes analytiques employées au Laboratoire municipal. On y dose en effet la matière grasse du lait en bloc et celle-ci tout entière est considérée comme beurre sans faire l'identification du corps gras obtenu. Cette identification est d'ailleurs assez difficile, à cause d'abord de la grande analogie des propriétés physiques et chimiques du beurre de coco pur avec celles du beurre de vache; ensuite de la petite proportion qui constitue l'adultération et du faible poids de l'échantillon sur lequel on opère pour faire le dosage, enfin à cause de la nécessité où se trouve un laboratoire, faisant en définitive une simple opération de police judiciaire, de procéder très rapidement. Il y a lieu d'ailleurs de faire la même critique pour les méthodes d'analyse employées dans les hôpitaux de l'Assistance publique.

Il n'est pas prouvé, cependant, que la valeur alimentaire d'une graisse d'adultération, qui est toujours, en somme, d'origine animale ou végétale, soit inférieure à celle du beurre de vache; peut-être n'y a-t-il entre les différents corps gras que des différences d'assimilabilité; à ce point de vue purement physiologique, la question demanderait à être élucidée: elle intéresse au plus haut point l'alimentation des nourrissons dont l'estomac ne s'accommode déjà que trop mal du meilleur lait de vache, même quand il est pasteurisé, même quand il est maternisé. En tout cas, la question intéresse le consommateur qui est toujours lésé en ce sens qu'on ne lui a pas fourni le produit pour lequel il a payé. Il importe donc que lui-même fasse sa police.

Il doit savoir d'abord, que pour un prix modique, il ne peut recevoir du lait riche naturel; ensuite que la présence d'une crème abondante n'est nullement une preuve de bonne qualité; il lui importe enfin de pouvoir distinguer par des caractères facilement observables un lait naturel d'un lait graissé, car un prix d'achat élevé n'est pas non plus une garantie de pureté: la tentation est beaucoup trop forte pour le gros fournisseur de passer le lait à l'écumeuse centrifuge et de substituer au beurre enlevé l'huile de coco qui le remplace dans les analyses municipales. Ce sont ces caractères que nous allons donner d'après le docteur G. Quesneville.

Quelle que soit l'habileté du falsificateur, il lui est impossible de préparer une émulsion aussi parfaite que celle de la nature. Aussi un lait graissé est-il moussieux et trop blanc. Si après qu'on l'a laissé séjourner quelque temps dans un verre cylindrique à parois lisses, on regarde celles-ci, on peut observer sur leur surface des petits points blancs adhérents; avec le lait naturel, au contraire, la surface reste lisse et de teinte uniforme, nullement pointillée. Le lait graissé, versé après ébullition dans un pot où il est mis à refroidir, présentera en outre une couronne de graisse sur la paroi à hauteur de la surface; rien de semblable ne se produit avec le lait naturel.

Le procédé par lequel M. Quesneville a pu séparer le beurre de coco du lait graissé est une nouvelle preuve de la falsification. D'après les physiologistes, en effet, dans le lait naturel, chaque particule de beurre est en réalité une cellule formée d'un noyau gras entouré d'une enveloppe albuminoïde insoluble dans les solvants ordinaires des graisses, enveloppe qui doit donc, au moins dans une certaine limite, empêcher l'action de ces derniers. Au contraire, dans l'émulsion obtenue par les seuls moyens mécaniques, la particule grasseuse n'est pas une cellule, elle n'a aucune enveloppe protectrice et se dissout presque immédiatement par simple agitation dans le dissolvant des graisses ajouté au lait. C'est ce qui s'est produit en faisant agir sur le lait, la benzine bouillant à 81 degrés, laquelle est sans action sur les albuminoïdes; par évaporation de la benzine de la solution ainsi obtenue, on a pu séparer le beurre de coco de laits soupçonnés et l'identifier avec du beurre de coco de provenance directe.

Voici, très vraisemblablement, comment se ferait la falsification. Le beurre de coco préalablement désinfecté est remué et mélangé avec de la crème fraîche, puis le tout est mêlé au lait sortant du pis de la vache avec addition d'un peu de bicarbonate de soude en vue de faciliter l'émulsion et d'augmenter la faculté de conservation.

Projet de ligne de chemin de fer de Berne à Brig, à travers les Alpes bernoises.

La réunion par voie ferrée de la région de Berne avec la vallée du Rhône a déjà fait l'objet de divers projets, qui comportent un grand tunnel dans le Lötschberg ou le Wildstrubel. Ces projets ont été soumis par l'administration suisse, depuis quelques années, à l'examen d'Ingénieurs compétents qui ont finalement désigné comme paraissant le mieux étudié celui de M. Beyeler. Cet Ingénieur propose d'établir une grande ligne, capable de suffire à un trafic considérable, et dont le tracé (fig. 1 et 2) serait le suivant: Berne-Kehrsatz-Blumenstein-Lenk-Brig. Il existerait, dans ce cas, deux tunnels de

faite, l'un de 6250 mètres, l'autre de 13500 mètres. A partir du point culminant, situé au milieu de ce dernier, la ligne descendrait jusqu'à Brig avec une pente ne dépassant pas 13 millimètres.

La longueur du tracé, de Berne à Brig, est de 116 kilom. Les courbes auraient au moins 400 mètres de rayon et les paliers des gares 500 mètres de longueur.

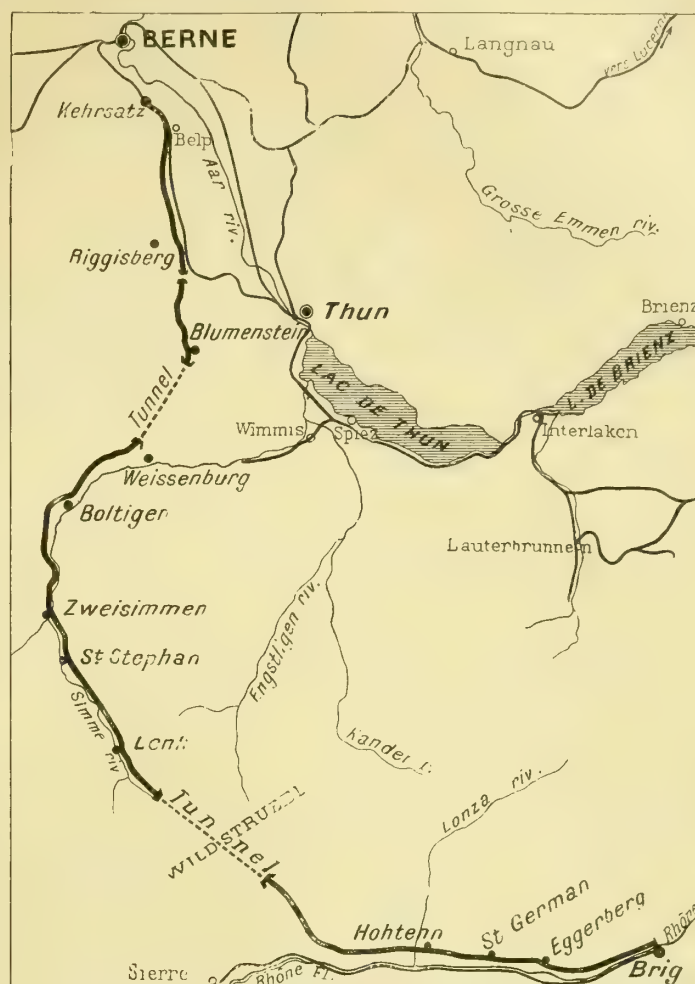


FIG. 1. — Carte de la région entre Berne et Brig.

Le point le plus haut de la voie dans le tunnel de Blumenstein serait à la cote 906 mètres, et dans le tunnel du Wildstrubel, à la cote 1128 mètres.

La Lonza serait franchie, près de Hohtenn, par un viaduc métallique du type du viaduc du Viar (1).

D'après la *Schweizerische Bauzeitung*, à laquelle nous empruntons

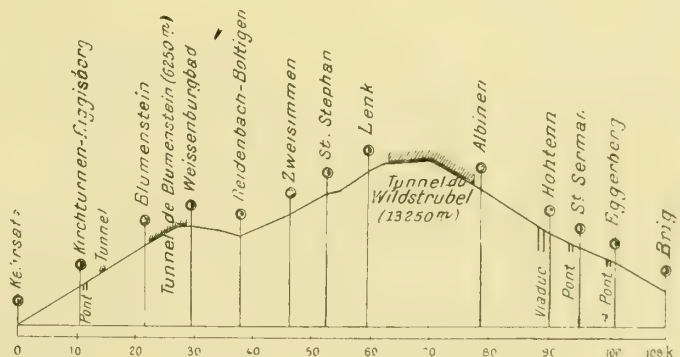


FIG. 2. — Profil en long de la ligne.

ces renseignements, les dépenses d'établissement de cette ligne ont été évaluées, y compris une galerie latérale au grand tunnel et des ouvrages permettant ultérieurement la pose d'une deuxième voie, à 82 millions; les recettes annuelles à 5 760 000 francs et les dépenses d'exploitation à la moitié de cette somme. De la sorte, le capital d'établissement pourrait recevoir un intérêt de 3 à 3,5 %.

(1) Voir le *Génie Civil*, t. XLIII, n° 1, p. 1, et n° 2, p. 17.

SOCIÉTÉS SAVANTES ET INDUSTRIELLES

Académie des Sciences.

Séance du 17 octobre 1904.

Astronomie. — *Sur un nouveau système de micromètre.* Note de M. G. MILLOCHAU, présentée par M. J. Janssen.

L'emploi des micromètres à fils fins, pour l'étude des diamètres planétaires et des mesures d'étoiles doubles, présente de grandes difficultés lorsqu'on se sert d'instruments de grandes dimensions.

Dans ces appareils, les images ne sont pas fixes par rapport à la monture; les vibrations dues, soit au vent, soit à l'action des dents de roues du mouvement d'horlogerie et certaines agitations de l'atmosphère, produisent un balancement de l'image de l'astre visé par rapport aux fils du micromètre et rendent les pointés extrêmement difficiles.

Pour éviter ces inconvénients, l'auteur a été amené à concevoir un instrument nouveau pouvant remplacer le micromètre, et dont il donne la description.

L'appareil, basé sur les principes de l'héliomètre, donne deux images de l'astre observé par l'interposition, entre l'objectif et l'oculaire, de lames de verre à faces parallèles. Dans ces conditions, les deux images produites restent à la même distance l'une de l'autre, malgré les déplacements de la lunette, quand ces déplacements ne sont pas trop considérables.

Pour obtenir ce résultat, deux lames de verre à faces parallèles, identiques, sont placées dans un plan perpendiculaire à l'axe optique de la lunette employée, entre l'objectif et l'oculaire. Ces lames de forme rectangulaire, dont deux des grands côtés sont en contact, peuvent tourner autour d'un axe commun, parallèle à leurs petits côtés.

Si on les fait tourner de manière qu'elles fassent, avec l'axe optique, des angles égaux et symétriques, on verra dans l'oculaire deux images séparées par un intervalle l , dont la valeur est donnée par la formule :

$$l = 2a \sin \alpha \left(1 - \frac{\cos \alpha}{\sqrt{n^2 - \sin^2 \alpha}} \right),$$

où a est l'épaisseur des lames, n l'indice de réfraction du verre qui les compose et 2α l'angle que font entre elles les deux lames.

Les valeurs de n et a étant déterminées une première fois en se servant de l'appareil lui-même pour mesurer une dimension connue, il suffira de mesurer l'angle 2α pour avoir la distance l et, par conséquent, de relier les lames à deux cercles, l'un divisé, l'autre portant un vernier pour permettre cette mesure.

L'emploi de cet instrument est le même que celui de l'héliomètre, avec cet avantage que, en déplaçant les lames dans une direction parallèle à leur axe de rotation, on fait varier l'intensité lumineuse des deux images obtenues, ce qui permet, dans les mesures d'étoiles doubles, d'amener en contact des images d'égale intensité, même lorsque les composantes ne sont pas de même éclat, ce qui est le cas le plus fréquent.

Chimie biologique. — *Sur l'origine du gaz carbonique dans la graine en germination.* Note de M. Edouard URBAIN, présentée par M. A. Haller.

D'après les expériences de l'auteur la production du gaz carbonique CO_2 , au détriment des matières albuminoïdes paraît établie. On doit considérer dès lors que les dédoublements protéolytiques constituent la première phase de la germination, précédant l'action lipolytique.

Chimie générale. — *Recherches ébullioscopiques sur les mélanges de liquides volatils.* Note de M. C. MARIE, présentée par M. H. Moissan.

Étant données les valeurs des constantes ébullioscopiques de deux solvants volatils déterminés et un corps non volatil qui se comporte à ce point de vue normalement dans chacun d'eux, on peut se proposer de calculer *a priori* la valeur de la constante ébullioscopique correspondant au mélange. Ce calcul théorique a été effectué par Nernst, qui est arrivé à la formule simple suivante :

$$\frac{1}{K_m} = \left(\frac{1}{K_1} \times \frac{q}{100} + \frac{1}{K_2} \times \frac{100 - q}{100} \right),$$

dans laquelle K_1 , K_2 représentent les constantes des deux solvants, q et $100 - q$ leurs quantités relatives

en poids et K_m la constante ébullioscopique du mélange.

Quelques expériences de Roloff semblent vérifier cette formule.

M. Marie a repris cette question au moyen de mélanges d'eau et d'alcool et d'un corps facilement soluble dans ces deux solvants, la résorcine.

Les résultats qu'il a obtenus ne cadrent en aucune manière avec la formule précitée.

La cause de cette divergence doit sans doute être cherchée dans les hypothèses faites pour établir la formule précédente. Ces hypothèses concernent : 1° l'applicabilité des lois des gaz aux solutions considérées, et 2° la suppression du volume du liquide devant le volume de la vapeur dans la formule de Clausius :

$$Q = T \frac{dp}{dt} (v - v');$$

3° la suppression de la chaleur de mélange devant la chaleur de vaporisation, et enfin 4° la proportionnalité entre les tensions de chaque solvant et les abaisssements de tension correspondants dus au corps dissous dans le mélange.

Le cas d'un corps soluble seulement dans l'un des solvants considérés, insoluble dans l'autre, et soluble plus ou moins dans les mélanges, présente un intérêt particulier. A ce point de vue, l'auteur a étudié, au moyen des mélanges d'alcool et d'eau, divers corps solubles seulement soit dans l'alcool, soit dans l'eau.

Pour le premier groupe, on trouve que l'élévation du point d'ébullition rapportée à la concentration réelle donne, pour la constante, sensiblement la même valeur que dans l'alcool pur.

Pour les corps solubles dans l'eau seule, non seulement il n'en est plus de même, mais on constate un abaissement du point d'ébullition, abaissement important, puisqu'il peut atteindre 1 degré. La saturation trop rapidement atteinte empêche, semble-t-il, de pousser l'expérience plus loin.

Chimie végétale. — *Étude des états successifs de la matière végétale.* Note de MM. Eug. CHARABOT et Alex. HÉBERT, présentée par M. A. Haller.

En étudiant la distribution des composés odorants chez le mandarinier et chez l'oranger à fruits amers, MM. Charabot et Laloue avaient observé que l'essence contenue dans la tige est moins soluble que celle contenue dans la feuille, surtout lorsqu'il s'agit d'organes vieux.

Les auteurs de cette note ont fait des expériences analogues et cherché si ces conditions de solubilité relative, dans lesquelles se présentent les matières odorantes, sont particulières à ces produits, ou bien si elles régissent la distribution de la substance végétale d'une façon générale.

Leurs déterminations ont porté sur le basilic, le mandarinier et l'oranger à fruits amers. Elles ont montré que, si les organes sont suffisamment développés, c'est la feuille qui renferme la plus forte proportion de matières solubles, tant organiques que minérales. Au contraire, la proportion de ces matières est minimum dans la racine. D'une manière générale, pendant le développement d'un organe, la proportion des substances solubles s'abaisse; toutefois, elle ne paraît pas varier sensiblement dans la feuille, où sa prédominance va en s'affirmant de plus en plus.

De la détermination du rapport entre la matière soluble et la matière totale de même nature, on peut tirer les conclusions suivantes : la différence de solubilité entre la matière de la feuille et celle de la tige est de même sens et varie de la même façon que la différence de solubilité observée par MM. Charabot et Laloue entre l'essence extraite de la feuille et celle retirée de la tige. La racine et la tige sont formées de la matière la moins soluble. Chez la feuille, la solubilité, aussi bien de la substance organique que de la matière totale, ne subit pas, à partir d'une certaine époque de la végétation, de variation bien sensible.

C'est sans doute le phénomène de l'assimilation qui, chez la feuille, maintient l'équilibre en ce qui concerne la matière organique : au fur et à mesure qu'une substance se métamorphose en devenant insoluble, ou bien quitte la feuille pour se rendre dans un autre organe, cette même substance réapparaît par suite d'un travail chlorophyllien continu. Dans la tige la diminution de la solubilité de la matière organique est due, vraisemblablement, à la formation de composés moins solubles, et au départ de composés solubles à destination d'organes en formation.

A. B.

BIBLIOGRAPHIE

Revue des principales publications techniques.

CHEMINS DE FER

Enclenchements à trajecteurs pneumatiques de la Compagnie du Nord. — Depuis longtemps, la Compagnie du Nord s'est préoccupée de commander mécaniquement les leviers de ses grands postes Saxby, tant pour diminuer la fatigue physique des aiguilleurs que pour augmenter la zone d'action des cabines d'enclenchements. Il en résulte aussi parfois l'avantage de pouvoir réduire le personnel, par suite du groupement de plusieurs postes dans une cabine centrale, où la surveillance est en outre plus efficace. Divers essais satisfaisants de commande électrique et hydrodynamique des signaux et des aiguilles ont été déjà faits sur ce réseau, mais ils ne peuvent être considérés que comme des solutions d'espèce. La Compagnie du Nord a jugé qu'elle devait étudier un nouveau système plus général de commande mécanique, pouvant s'appliquer à tous les cas; c'est celui qu'elle vient d'expérimenter avec succès, depuis cinq mois, à la gare d'Ermont.

Il consiste dans l'emploi d'appareils pneumatiques à basse pression, actionnant les trajecteurs des mouvements à produire. Leur description a été longuement donnée, par M. DESPONS, dans le numéro d'octobre de la *Revue générale des Chemins de fer*. Le type de moteur à air comprimé qui a été choisi fonctionne depuis quelques années, en Angleterre et en Amérique, à l'entière satisfaction des Administrations qui l'ont employé. Dans l'établissement des transmissions « fluides », on a eu en vue de réduire le nombre des leviers, en affectant chacun d'eux à l'une des caractéristiques qui accompagnent un mouvement quelconque : provenance, destination, sens de marche, de sorte que, pour tous les mouvements qui empruntent l'une de ces caractéristiques, le même levier peut être mis en jeu. Toutefois, pour le cas où la manœuvre doit se faire dans le temps minimum, par exemple pour les passages directs, quelques leviers ont reçu la fonction de satisfaire simultanément aux trois caractéristiques précitées. Avec cette disposition, il n'existe plus, au point de vue de la commande par leviers, d'appareil de voie isolé, mais un ensemble d'appareils qui correspondent à un mouvement soit total, soit partiel. De nombreux croquis, ainsi que des tableaux des enclenchements réalisés dans la cabine d'Ermont, accompagnent le texte descriptif de cette installation.

Signaux acoustiques actionnés par courant alternatif, des Chemins de fer de l'État hongrois. — Les cloches électriques sont depuis longtemps d'un emploi très général sur les réseaux des chemins de fer allemands, autrichiens et hongrois, aussi les premières applications du téléphone ont-elles été plutôt limitées aux communications auxiliaires, dans les grandes gares par exemple, qu'étendues à l'exploitation proprement dite des lignes.

On a ensuite cherché, en Autriche-Hongrie, à greffer sur les fils de ligne qui servent à la commande des cloches, des appareils téléphoniques suppléant à l'insuffisance de ces signaux, sans toutefois les supprimer. Dans ce but, des types de cloches commandées par courant alternatif, qui permet les communications téléphoniques en même temps que l'emploi des cloches, ont été mis en essais, dès 1896, sur certaines lignes.

M. WÜRTZLER, inspecteur des Chemins de fer de l'État hongrois, décrit dans la *Zeitung des Vereines deutscher Eisenbahnverwaltungen*, du 22 octobre, un ensemble d'appareils téléphoniques combiné avec cloches et installé dans des meubles spéciaux, de façon à simplifier le montage et réduire le prix des appareils. Ce modèle de signaux a été adopté par le réseau des Chemins de fer hongrois, et l'auteur en explique le mécanisme très simple et la façon dont l'usage en est réglementé.

Projet de jonction du réseau suédois et du réseau russe. — La *Zeitung des Vereines deutscher Eisenbahnverwaltungen*, du 22 octobre, annonce, d'après le Shelyesnodoroshnoje Djelo, que le Parlement suédois vient de voter 4 millions de couronnes pour prolonger la ligne du Nord jusqu'à Karungi, sur le fleuve Torneo, à peu de distance de Haparanda. Quant au raccordement prévu entre ce pro-

longement et le réseau finlandais-russe supposé aboutissant à Torneo (ville frontière finlandaise qui n'est séparée de Haparanda que par le fleuve), il existe encore certaines divergences d'opinion au sujet de son opportunité, le point de vue économique et le point de vue stratégique ne conduisant pas à des conclusions identiques.

Traverses de chemins de fer en béton armé.

— On vient de commencer la pose d'un nouveau type de traverses en béton armé sur une partie des voies de l'Ulster and Delaware Railroad; la Compagnie s'y est décidée à la suite des bons résultats donnés par des traverses analogues, mais d'un type un peu différent, qui avaient été essayées l'année dernière.

Ces dernières, en effet, posées en mai 1903, ont passé un hiver très rigoureux sans montrer aucun signe de détérioration. Le nouveau type est décrit dans l'*Engineering News*, du 6 octobre; les tirefonds sont noyés dans le béton, avec, aux extrémités, des têtes formant scellement; ils ne prennent aucun jeu à l'usage; pour la fixation du rail, on interpose une plaque de tôle de 8 millimètres entre la traverse et le patin.

CONGRÈS

Le Congrès international des Chemins de fer d'intérêt local et tramways de Vienne en 1904.

— M. Karl Stöckl donne un compte rendu assez détaillé, dans l'*Oesterreichische Wochenschrift*, du 22 octobre, de ce Congrès dont le *Génie Civil* avait précédemment indiqué les principales communications (1).

Les séances ont eu lieu, du 5 au 8 septembre, dans la salle de l'Union des Ingénieurs et Architectes autrichiens, et ont été inaugurées par le ministre des chemins de fer autrichiens.

Voici quelques-unes des conclusions adoptées à la suite de la lecture des rapports :

Dispositifs de sécurité contre la chute des conducteurs aériens (rapport de M. Petit). — Les dispositifs employés jusqu'ici sont insuffisants comme sécurité et comme facilité d'entretien et d'emploi. La réunion en câbles des fils télégraphiques et similaires, aux croisements des conducteurs dangereux, et mieux encore leur passage sous terre en ces points, sont vivement à recommander.

Le freinage dans les tramways électriques (rapport de M. Scholtes). — Chacun des trois systèmes usuels de freinage : à main, à l'air comprimé, ou électrique, a ses qualités propres. Il faut employer deux systèmes distincts, et la manœuvre du freinage ordinaire ne doit pas fatiguer le conducteur.

L'emploi des automotrices dans les chemins de fer (rapport de M. Ziffer). — Le rapporteur cite les automotrices à vapeur (2) : Rowan (Belgique), Thomas, Serpollet (Allemagne), Purrey (France), Komarck (Autriche), Ganz (Hongrie); celles du Great Western et du London and South Western (Angleterre); puis les voitures à pétrole Daimler (Wurtemberg et Suisse), Wolseley (Angleterre), celles des tramways de la Drôme (France); enfin les voitures électriques à accumulateurs employés en Belgique, en France, en Allemagne, en Italie, en Autriche.

L'emploi de remorques sur les lignes de tramways électriques dans l'intérieur des villes (rapport de M. Pavie, directeur de la Compagnie générale française de tramways). — L'emploi de ces remorques est très général, souvent même on en groupe plusieurs ensemble. Les avis exprimés leur sont très favorables.

La forme et la tension de courant la meilleure pour les chemins de fer d'intérêt local (rapport de M. Pforr, Ingénieur de l'Allgemeine Elektrizitäts Gesellschaft). — Le rapporteur étudie les systèmes usuels de courant continu à 500 volts, de courant triphasé, et signale d'autres solutions adoptées dans certains cas : courant continu à 2400 volts sur la ligne de la Mure (France), à 1400 volts sur la ligne Thabor-Bechyn (Autriche), courant alternatif monophasé (3), etc., sans se prononcer sur cette question encore dans la période des recherches.

CONSTRUCTIONS NAVALES

L'emploi du moteur à essence pour la propulsion des canots de sauvetage. — Depuis plusieurs années, cette question a fait, en Angleterre comme

en France, l'objet de recherches qui ont enfin abouti à plusieurs types de bateaux satisfaisants que décrit le *Scientific American* du 8 octobre. Cette question est de première importance si on songe à la lenteur toujours trop grande des secours apportés aux sinistrés et à la quasi impossibilité, le plus souvent, d'atteindre le navire naufragé en temps de grosse mer.

Les difficultés à surmonter sont les suivantes :

Le moteur ne doit rien craindre de la violence des vagues et des paquets de mer que le canot peut embarquer; son fonctionnement doit atteindre un automatisme aussi grand que possible, car celui qui fait fonction de mécanicien doit pouvoir être un homme quelconque, il est souvent occupé par ailleurs, et il ne peut accorder au moteur qu'une attention limitée; pour cette même raison, la commande doit pouvoir se faire facilement, presque au jugé et dans l'obscurité; le démarrage doit être sûr et instantané. Il faut aussi que le moteur puisse fonctionner dans toutes les positions sauf quand il est retourné, position pour laquelle il doit s'arrêter automatiquement pour ne pas s'éloigner de lui-même de son équipage alors qu'il vient d'être jeté à la mer. Enfin le fonctionnement doit permettre l'emploi simultané des avirons et des voiles et de leur manœuvre sans gêner et sans être gêné.

Toutes ces conditions si dures auraient été réalisées dans un bateau de sauvetage monté par treize hommes qui a été essayé l'été dernier à Folkestone. L'article indique comment ces essais ont été faits.

En calme plat, la vitesse de ce canot est de 6 nœuds et le moteur permet de marcher même avec vent debout en cas de très mauvais temps.

L'article se termine par une étude du bateau de sauvetage le *Henry* qui a été construit à Rochefort et qui est également avec moteur à essence. Ce bateau est du type insubmersible à doubles parois étanches avec une fausse quille en fer pesant 325 kilogr., il est actuellement en service à Brest et il a servi de prototype à plusieurs autres bateaux du même genre.

Le cuirassé américain « Connecticut ». — Ce cuirassé est le premier qui ait été construit sur les chantiers du gouvernement des États-Unis et par lui. Son lancement, qui a eu lieu le 29 septembre dernier, à Brooklyn, fait l'objet d'une discussion et d'une description que donne l'*Iron Age*, du 6 octobre.

La discussion porte sur les avantages et inconvénients comparés du recours aux Compagnies privées ou à l'État pour la construction des navires de guerre; avantages et inconvénients qui seront mis en évidence ici par l'essai qui vient d'être fait en plaçant les deux systèmes en concurrence pour la construction simultanée de deux cuirassés identiques du même type : le *Louisiana* et le *Connecticut*.

La description du navire comporte la donnée de ses caractéristiques principales et quelques détails sur son équipement, ses approvisionnements, sa puissance offensive et défensive.

Les dimensions principales de la coque sont : longueur, 123^m 50; largeur, 23^m 40; tirant d'eau moyen, 7^m 45. La vitesse sera de 18 nœuds et le déplacement de 16 000 tonnes.

HYGIÈNE

Purification des eaux résiduelles de brasserie. — L'*Engineering Record*, du 8 octobre, donne un résumé des expériences faites par M. H. Maclean Wilson, sur les eaux résiduelles d'une brasserie à Rotherham, en vue de leur enlever à la fois la mauvaise odeur et les propriétés acides avant de les jeter dans les cours d'eau.

La difficulté du problème réside surtout dans la presque impossibilité de détruire les ferments organisés ou non, très actifs et très nombreux, qui existent dans ces eaux, et font subir, à la matière organique qu'elles renferment, une fermentation spéciale, très nocive à la fois par son odeur et son acidité. Le traitement bactérien, par l'emploi du bassin septique, n'a donné aucun résultat; quant à la neutralisation par un lait de chaux, elle n'arrête la fermentation que provisoirement; l'acidité et la fermentation réapparaissent ensuite.

Les résultats les meilleurs ont été obtenus en utilisant l'action réunie de ces deux moyens, combinée à une double filtration sur du coke, à une percolation et à un tamisage sur des sables, avec intervention momentanée de l'air. L'air agit par son oxygène, et transforme les composés organiques azotés en sels minéraux fixes, nitrites et nitrates.

Étude comparée du traitement des eaux d'égout en Grande-Bretagne et aux États-Unis. — Il y a dans la manière de purifier les eaux d'égout, ou de s'en débarrasser, de très grandes différences entre les États-Unis et l'Angleterre. Ce sont ces différences que fait ressortir M. M. N. BAKER dans une étude comparée que donne l'*Engineering News*, du 6 octobre.

L'auteur explique ces différences par la diversité du sol, du climat, par les habitudes de la population, des corps municipaux et des Ingénieurs chargés du service des eaux.

Il semble qu'il y ait plus de variété dans les méthodes employées en Angleterre, si on en juge par le nombre de brevets que prennent les praticiens hygiénistes et bactériologistes sur la question. D'une façon générale les eaux d'égout en Angleterre sont beaucoup plus riches que celles d'Amérique et cela tiendrait à deux causes : d'abord à une plus grande densité de la population dans les districts urbains, ensuite à ce que l'habitude de gaspiller l'eau y est beaucoup plus rare (4).

MÉTALLURGIE

Emploi du chlore pour l'extraction des métaux de leurs minerais sulfurés. — Dans un mémoire que l'*Engineering News*, du 6 octobre, reproduit sous forme d'extrait, M. James SWINBURNE expose la méthode générale qu'il propose pour le traitement des minerais sulfurés.

Ceux-ci pris à l'état cru sont traités par le chlore sec de façon à former des chlorures métalliques et à dégager du soufre qui est éliminé à l'état de vapeur et condensé. Quant aux chlorures, ils sont électrolysés à l'état fondu et donnent le métal et du chlore sec, lequel se trouve ainsi régénéré et peut, par suite, être engagé à nouveau dans la même série d'opérations.

La méthode reçoit de nombreuses modifications selon la nature du métal et la gangue du minerai; il est à remarquer que le procédé est économique en ce qui concerne la consommation de charbon, attendu que la substitution du chlore au soufre se fait avec un grand dégagement de chaleur et que les masses une fois fondues se maintiennent à l'état liquide; au contraire, la consommation d'énergie électrique peut être considérable : elle représente tout le travail chimique de décomposition du chlorure toujours très élevé, et la chaleur à fournir pour le fondre.

Il n'y a aucune difficulté dans la manutention du chlore qui peut être pompé dans des appareils métalliques sans inconvénient; on sait en effet que quand ce gaz est parfaitement sec, et c'est le cas ici, il n'attaque pas les métaux.

Au dire de l'auteur, les minerais mixtes de Broken Hill (5), traités par ce procédé, auraient donné de bons résultats.

Traitement des alluvions aurifères au moyen du sluice-box mobile. — Le traitement d'une alluvion aurifère ou platinifère comporte trois opérations : le débouillage, le criblage ou sassage, et le lavage. Les instruments employés jusqu'ici dans ce genre d'exploitation sont, suivant les régions, les habitudes locales et les ressources dont on dispose : la batée, le gold-pass, l'auge sibérienne, le long-tom, le roker, et enfin, le plus connu de tous, le sluice-box.

Après avoir donné un rapide aperçu de ces différents appareils, M. F. FRANÇOIS, Ingénieur civil, étudie en détail, dans le *Bulletin trimestriel de la Société de l'Industrie minière* (III^e livraison de 1904), l'emploi des sluice-box mobiles qui, d'après lui, sont appelés au plus brillant avenir. Le sluice-box mobile exécute simultanément, et cependant successivement, dans un même appareil, les trois opérations de débouillage, criblage et lavage, à l'aide de mouvements mécaniques qui sont combinés de façon à assurer à l'instrument un rendement considérable.

L'auteur donne tout d'abord la description, puis le fonctionnement d'un sluice-box mobile; il décrit ensuite une installation complète de traitement.

Dans le cas de l'exploitation la plus difficile, une installation volante se compose :

1^o D'un châssis en bois équarri, construit aussi simplement et aussi solidement que possible, reposant

(1) Voir le *Génie Civil*, t. XLV, n° 46, p. 272.

(2) Voir le *Génie Civil*, t. XLIV, n° 23, p. 357, et t. XLV, n° 25, p. 418.

(3) Voir le *Génie Civil*, t. XLV, n° 23, p. 369.

(4) Voir le *Génie Civil*, t. XLV, n° 14, p. 236.

(5) Voir le *Génie Civil*, t. XLIII, n° 24, p. 333.

directement sur le sol, et portant le moteur (à pé-trole ou dynamo) sur une plate-forme à l'avant;

2° D'un sluice-box mobile, déboucheur classeur, ayant pour but de délayer l'alluvion et de retenir seulement l'or de plus de 5 millimètres de diamètre;

3° D'un sluice-box mobile, déboucheur classeur, achevant le délayage, et retenant l'or moyen, ainsi qu'une portion de l'or fin;

4° D'un sluice-box mobile, classeur finisseur, destiné à retenir l'or qui a franchi les appareils précédents.

M. François indique également la théorie de ces appareils ainsi que leurs principaux avantages : le rendement des sluices-box mobiles serait d'au moins 95 %, dépassant de 20 % le rendement des sluices fixes les plus perfectionnés.

L'auteur signale enfin les diverses applications de cet instrument.

En résumé, l'exploitation au moyen du sluice-box mobile offrirait, d'après lui, cet avantage capital d'être un système complet de traitement, d'exiger peu d'eau, peu de force motrice, de se débarrasser des stériles par la seule succession des opérations de traitement; de recevoir le « tout venant » du placer et, enfin, de fournir un travail continu.

Avec cet appareil, l'exploitant récoltera la presque totalité de l'or contenu dans l'alluvion; il lui sera alors possible de s'attaquer aux placers à faible teneur, qui sont les plus nombreux.

PHYSIQUE INDUSTRIELLE

Valeur comparée des machines à vapeur et des moteurs à explosion. — Dans un mémoire que reproduit l'*Engineer*, des 14 et 21 octobre, M. Michael Longridge étudie la valeur relative des différentes machines thermiques pour la production économique de la force motrice. Dans cette étude, la partie de pure construction mécanique a été laissée systématiquement de côté.

Il compare d'abord les divers moteurs, eu égard aux quantités de chaleur employées relativement à la quantité de travail fournie par les pistons puis les rendements thermiques et mécaniques maxima par la considération du cycle de Carnot et de la machine idéale à laquelle il correspond, montrant comment et par quoi les divers types de machines en diffèrent; il évalue la plus haute économie possible réalisable dans les différents cas et celle qu'on peut espérer avec les types de machines actuellement existantes.

Enfin, il compare effectivement les meilleures machines de chaque genre, actuellement construites, avec la machine idéale qui leur correspond, montrant dans quelles voies les progrès ont été réalisés et dans quelles autres il en reste à faire.

Il conclut, des chiffres mis en parallèle, que les moteurs à combustion interne deviennent de plus en plus, chaque jour, de redoutables rivaux de la machine à vapeur; ils l'ont déjà d'ailleurs supplantée dans certains cas.

Une turbine à vapeur de 11 000 chevaux. — Le *Dinglers Polytechnisches*, du 2 juillet, donne la photographie d'une turbine à vapeur Parsons, de 11 000 chevaux, construite par la Compagnie Westinghouse, ainsi que la dynamo qui lui est couplée, pour l'usine du Pennsylvania Railroad, qui doit fournir l'énergie aux locomotives électriques entre Long Island et Jersey City (New-York). La vapeur, surchauffée à 175 degrés, est fournie à 12 atmosphères. La construction de cet important groupe électrogène est, en principe, la même que pour les turbines de moindre puissance, mais les dimensions sont plus fortes, tout en restant bien inférieures à celles de machines à pistons d'une puissance équivalente.

RÉSISTANCE DES MATÉRIAUX

La résistance des meules d'émeri. — M. von Doerp, après avoir rappelé, dans le *Dinglers Polytechnisches*, du 9 juillet, les expériences antérieures de M. Grüber, sur la résistance des meules d'émeri à l'éclatement, donne un compte rendu complet d'expériences faites à Saint-Petersbourg sur les meules d'un constructeur de cette ville, ainsi que sur quelques meules américaines, et un tableau détaillé des résultats pour chaque meule éprouvée jusqu'à rupture.

L'auteur compare ensuite les résultats obtenus par divers expérimentateurs, résultats qui ont entre eux une concordance assez satisfaisante.

TRAVAUX PUBLICS

Le bassin en eau douce de la Charles River, à Boston (États-Unis). — On vient de fixer définitivement un projet qui a été longtemps à l'étude à Boston et qui consiste à isoler par un barrage toute la Back Bay de la mer, au point où la Charles River vient se jeter dans le port de Boston.

La Back Bay est un large estuaire que forme la Charles River à son embouchure; cet estuaire est soumis à la marée; les amplitudes moyenne et maximum sont respectivement de 3 mètres et de 4^m 50, et la marée se fait sentir jusqu'à 16 kilom. à l'intérieur des terres. Au moyen du barrage on empêchera complètement l'eau de mer de remonter le fleuve et on pourra créer facilement au centre de la baie un bassin en eau douce analogue au bassin Alster du port de Hambourg et à celui de Schuylkill à Philadelphie; en même temps on prendra sur la mer les immenses terrains qui sont actuellement recouverts ou découverts par la marée.

Un plan et les explications que donne M. J. Albert Holmes, dans l'*Engineering News*, du 6 octobre, montrent les avantages du projet. Les travaux vont être commencés cet automne même.

Ouvrages récemment parus.

Lois fondamentales de l'Électrochimie, par P.-Th. MULLER, professeur à l'Université de Nancy. — Un volume, petit in-8° de 180 pages (*Encyclopédie scientifique des Aide-Mémoire*). — Gauthier-Villars, éditeur, Paris, 1904. — Prix : broché, 2 fr. 50; cartonné, 3 francs.

Dans ce livre l'auteur expose les lois les plus importantes qui servent de base à l'électrochimie moderne.

Le premier chapitre traite de l'électrolyse en insistant sur l'hypothèse féconde des ions qui, actuellement, permet seule de pénétrer dans l'intimité des phénomènes électrochimiques. Le second est relatif aux changements de concentration dus à l'électrolyse, et à la mesure de la vitesse relative des ions. La conductibilité des électrolytes fait l'objet du troisième chapitre qui met en lumière l'influence de la concentration des solutions, de la température et celle de la mobilité différente des ions. Le quatrième chapitre, sur les forces électromotrices, occupe près de la moitié de l'ouvrage; c'est le plus important, puisqu'il renseigne sur l'origine des forces électromotrices et par suite sur la quantité d'énergie qu'il faut dépenser dans une électrolyse. Enfin le dernier chapitre poursuit partiellement le même sujet, mais surtout au point de vue thermochimique.

Vorlesungen über Statik der Baukonstruktionen und Festigkeitslehre (Leçons sur la statique et la résistance des constructions) (2^e volume), par Georg MEHRTENS, professeur à l'École technique supérieure de Dresde. — Un volume in-8° de 340 pages, avec 231 figures. — Engelmann, éditeur, Leipzig, 1904. — Prix : 14 marks.

Après avoir consacré un premier volume (1) à la théorie générale de la statique, M. Mehrrens aborde l'étude des poutres statiquement déterminées, dans une série de leçons groupées en deux divisions.

La première est relative aux forces intérieures et extérieures des systèmes : poutres droites, poutres en arc, simples ou composées, etc. L'auteur y étudie successivement les modifications des poutres sous des charges variables, les lignes d'influence relatives aux diverses forces, recherche les charges les plus défavorables et calcule les charges limites dans chaque cas, en donnant des exemples très nombreux et en consacrant un chapitre spécial à chaque variété de poutres simples ou composées.

La seconde partie de l'ouvrage traite des voûtes et murs de soutènement. Après un premier chapitre relatif aux voûtes en général et à la distinction entre les forces qui s'exercent sur elles, soit de l'extérieur, soit dans leur intérieur, M. Mehrrens s'étend particulièrement sur la théorie des arcs à trois rotules, et donne le calcul complet d'un arc métallique de cette catégorie.

Il étudie ensuite la stabilité des voûtes en berceau, en les assimilant à des arcs à trois rotules, et termine ce chapitre en rappelant les anciennes théories de l'équilibre des voûtes.

Le dernier chapitre comprend la théorie des murs de soutènement et de la poussée des terrains, ainsi que la détermination graphique du profil des murs de soutènement.

Leçons d'Électricité, par E. CARVALLO, docteur ès sciences, agrégé de l'Université, examinateur à l'École Polytechnique, professeur à l'École pratique d'Électricité industrielle. — Un volume in-8° de 260 pages, avec 203 figures. — Béranger, éditeur, Paris, 1904. — Prix : relié, 10 francs.

L'auteur s'est attaché principalement, dans ces leçons qui s'adressent à des élèves d'une instruction moyenne en mathématiques, à faire une exposition claire et bien ordonnée des lois expérimentales et à les identifier autant que possible avec les lois de la mécanique. Les applications de l'électricité ne font pas partie du cadre de cet ouvrage.

Les deux premiers chapitres sont consacrés aux courants électriques, à leur distribution et aux forces électromotrices : lois de la mécanique, transmission électrique de l'énergie, loi de l'équivalence le long du circuit, déplacements électrochimiques, résistance et conductance, forces électromotrices de contact.

Les chapitres suivants traitent de l'électromagnétisme, des aimants, de l'induction électromagnétique (courants induits, énergie électrocinétique, circuits magnétiques, hystérésis).

L'auteur termine par l'étude de l'électrostatique, en insistant sur les condensateurs, sur les diélectriques, l'énergie électrostatique, l'électrométrie et sur les unités électrostatiques.

Précis de Chimie industrielle, par Pierre CARRÉ, préparateur à l'Institut de Chimie appliquée. — Un volume in-16 de 479 pages, avec 66 figures. — J.-B. Baillière et fils, éditeurs, Paris, 1904. — Prix : cartonné, 5 francs.

L'auteur s'est proposé d'écrire pour les élèves des écoles industrielles et des écoles d'arts et métiers un résumé élémentaire moderne pouvant servir de résumé au cours du professeur et d'introduction à la lecture des ouvrages plus étendus de chimie industrielle.

En premier lieu, M. Carré a étudié les produits minéraux, et en second lieu les produits organiques. Cependant cette division n'a rien d'absolu, car un grand nombre d'industries fabriquent à la fois ces deux sortes de produits, les uns étant nécessaires à la préparation des autres.

Les premiers chapitres sont consacrés à l'eau, au soufre, au chlore, brome, iode, phosphore et leurs composés industriels, à la métallurgie, aux couleurs minérales.

Puis vient l'étude des sels ammoniacaux, des cyanures, phosphates, carbonate de calcium, etc.; l'industrie du gaz, la verrerie, la sucrerie, les fermentations, les corps gras, les goudrons; enfin, les matières colorantes organiques, les produits pharmaceutiques, les essences et parfums, et les explosifs.

Théorie générale du mouvement varié de l'eau dans les tuyaux de conduite, par M. L. ALLIEVI. — Une brochure in-4° de 48 pages. — V^e Ch. Dunod, éditeur, Paris, 1904. — Prix : 2 francs.

Les nombreuses installations hydrauliques utilisant des hautes chutes, au moyen de tuyaux en tôle qui amènent l'eau à des vitesses notables, donnent une grande importance au problème du mouvement varié de l'eau dans les conduites. M. Allievi, utilisant les recherches les plus récentes, présente dans cette brochure les formules générales déduites des équations différentielles du mouvement varié, puis étudie le coup de bélier simple ou direct, le coup et le contre-coup de bélier dans un tuyau de longueur donnée, le coup de bélier dans un tuyau incliné, le coup de bélier négatif, l'influence des chambres ou matelas d'air, etc.

Le Gérant : H. AVOIRON.

(1) Voir le *Genie Civil*, t. XLIII, n° 16, p. 236.

TABLE ANALYTIQUE DES MATIÈRES

TOME XLV — DEUXIÈME SEMESTRE 1904

NOTA. — Les titres d'articles en plus petits caractères se rapportent à des Informations ou à des Variétés de moindre importance ; ceux marqués d'un astérisque (*), à la Revue des principales publications techniques.

AÉRONAUTIQUE		Pages	Pages
Campagne de 1904 du ballon Lebaudy. G. ESPITALIER (n° 22)	362	Aciers spéciaux (au nickel, au manganèse, au silicium), par Léon Guillet (n° 24)	400
Empennage des carènes des ballons dirigeables n° 9)	148	Aciers au nickel (applications des), par Ch.-Ed. Guillaume (n° 15)	256
Histoire (pour l') de l'aéronautique. A propos d'un livre récent de M. Santos-Dumont (Correspondance). G. ESPITALIER (n° 6)	101	Aide-mémoire de l'automobile, par J. de Pietra-Santa (n° 14)	240
Mesure indirecte de la vitesse propre des navires aériens (n° 15)	231	Air comprimé à haute tension (étude sur l'emploi de l') comme moyen de transport mécanique souterrain, par A. Sohier et G. Massart (n° 13)	224
Puissance des hélices sustentatrices à propulsion mécanique (n° 15)	251	Airomètre, ou procédé graphique pour la cubature des terrasses, par E. Dumetz (n° 24)	400
Stabilisation de route des ballons dirigeables (n° 11)	188	Alimentation (l') et les régimes chez l'homme sain et chez les malades, par A. Gautier (n° 10)	176
*Aviation (progrès de l') depuis 1894, par le vol plané n° 5)	87	Almanach de la Société des Agriculteurs de France, pour 1905 (n° 2)	415
AGRICULTURE		Annuaire des Ingénieurs de France pour 1904 (n° 21)	352
Versoirs à surface réglée (étude géométrique des). J. DUSFOUR (n° 3)	41	Astronomie pratique (précis d'), par P. Stroobant (Encyclopédie scientifique des Aide-Mémoire) (n° 6)	104
*Congrès des caisses de crédit mutuel agricole de Montpellier (n° 8)	134	Balistique graphique (la) et son application dans le calcul des tables de tir, par M.-A. Morel (n° 15)	256
*Influence nuisible d'une plantation trop profonde sur le développement des arbres fruitiers (n° 12)	207	Brasserie et Malterie, par P. Petit (n° 2)	32
*Irrigation par pompes électriques (n° 6)	102	Cibles sous-marins (les). Travaux en mer, par A. Gay (Encyclopédie scientifique des Aide-Mémoire) (n° 1)	16
*Moissonneuses-javelouses et moissonneuses-lieuses (n° 25)	417	Canalisations électriques (les), par R. Wittebolle (Bibliothèque de l'ouvrier électricien) (n° 4)	64
*Solanum Commersonii (le) et ses variations (n° 9)	153	Carburateurs (les), par L. Périssé (n° 25)	415
*Station agronomique pour le contrôle des semences à Vienne (n° 9)	153	Chimie des parfums (abrégé de la), par P. Jeancard et C. Satie (Encyclopédie scientifique des Aide-Mémoire) (n° 23)	384
*Transformation forestière du Morvan (n° 24)	398	Comptes rendus du Congrès des Sociétés savantes (Bordeaux, 1903) (n° 20)	336
AUTOMOBILES ET CYCLES		Conseil supérieur du travail (12 ^e session, novembre 1903) (n° 8)	136
Bicyclettes (les). Les changements de vitesse. Le rétropédalage. Carlo BOURLET (n° 8 et 9)	126, 141	Cours d'exploitation des mines (tome II), par A. Habets (n° 18)	304
Répartition (la) des automobiles et bicyclettes en France. V. TURQUAN (n° 10, 11 et 12)	166, 182, 197	Cours d'électricité professé à la Faculté des Sciences de Paris (tome II), par H. Pellat (n° 4)	63
*Changement de vitesses pour bicyclettes, système Columbia (n° 10)	174	Crise (la) de la Guadeloupe, par A. Blancan (n° 9)	152
*Coût (le) de l'automobilisme électrique (n° 25)	417	Dictionnaire manuel illustré d'agriculture, par Daniel Zolla (n° 10)	176
*Dérapage des automobiles (n° 23)	382	Distribution par courants alternatifs, par W. E. Goldsborough, traduit de l'anglais par H. de Vorges (n° 4)	64
*Équilibrage (l') des moteurs d'automobiles (n° 10)	174	Électricité (l') agricole, par Émile Guarini (n° 2)	32
*Moteur à benzine pour automobiles (n° 7)	119	Électricité (l') et ses applications (2 ^e partie, Machines d'induction), par A. Reboud (n° 7)	120
*Pompes à incendie automobiles (n° 25)	417	Électricité (les grandes applications de l'), par A. Soulier (n° 9)	152
*Pompes à incendie automobiles, à Berlin (n° 5)	87	Électrotechnique appliquée, par A. Mauduit (n° 11)	192
*Voiture de course Napier (n° 13)	222	Éléments des Wasserbaues (Éléments de technologie hydraulique), par Ed. Sonne et K. Esselborn (n° 6)	104
*Voiture de livraison électrique (n° 14)	238	Éléments de chimie inorganique, 1 ^{re} partie : Métaux, par W. Oswald, traduit de l'allemand par L. Lazard (n° 14)	240
*Voiture Sutton, à pétrole lourd (n° 10)	174	Engrenages (traité du tracé et de la taille des), par L. Wève (n° 23)	384
BIBLIOGRAPHIE		Enroulements d'induits à courant continu, par E. Brunswick et Aliamet (n° 24)	400
Ouvrages récemment parus :		Entreprises (les) de distribution d'énergie électrique (Législation et jurisprudence), par Raymond Sée (n° 2)	32
Accaparement (de l') ; la concentration industrielle en France, par Francis Laur (n° 19)	320	Essais des métaux : Théorie et pratique, par L. Gages (Encyclopédie scientifique des Aide-Mémoire) (n° 4)	64
Accumulateur (l') électrique et ses applications industrielles, par Lamar Lyndon, traduit de l'anglais par Ch. de Vaublanc (n° 21)	352	Essais des combustibles, par D. Sidersky (Encyclopédie scientifique des Aide-Mémoire) (n° 5)	48
Accumulateurs électriques, par L. Jumau (n° 23)	384	Essais industriels des machines électriques et des groupes électrogènes, par F. Loppé (n° 8)	136
		Essais des matériaux hydrauliques, par H. Le Chatelier (Encyclopédie scientifique des Aide-Mémoire) (n° 16)	272
		Fischwege und Fischteiche (Échelles à poissons et viviers), par P. Gerhardt (n° 3)	48
		Formulaire des Centraux, par J. B. (n° 10)	176
		Graissage (le) industriel, par P. Tétedoux et G. Franche (n° 9)	152
		Guide pour la réception du matériel des chemins de fer et tramways (Manuel de l'Inspecteur), par A. Houlette (n° 11)	192
		Houille (la) dans les Ardennes, par L. Duquenois (n° 1)	16
		Hygiène de l'habitation : les matériaux de construction, par H. Bertin-Sans (n° 20)	336
		Industrie (l') de la soude, par L. Guillet (Encyclopédie scientifique des Aide-Mémoire) (n° 13)	224
		Institutions ouvrières (les) des charbonnages de Mariemont et de Bascoup (Belgique), par H. Rolin (n° 4)	64
		Instructions pour le montage des installations électriques jusqu'à 600 volts (n° 18)	304
		Instruments de précision (les) en France, par Maurice d'Ocagne (n° 17)	288
		Irrigations (les) en Égypte, par J. Barois (n° 25)	416
		Leçons d'Électricité, par E. Carvallo (n° 26)	440
		Leçons d'électricité industrielle (tome II, 1 ^{re} fascicule : Induction), par J. Pionchon (n° 4)	64
		Législation française sur les brevets d'invention, par Ch. Thirion et J. Bonnet (n° 19)	320
		Lehrbuch der Baumaterialienkunde (Manuel de technologie des matériaux de construction). (1 ^{re} partie : Les roches naturelles), par Max Foerster (n° 2)	32

	Pages		Pages
<i>Manuel pratique du monteur électricien</i> , par J. Laffargue (n° 5)	88	CHEMINS DE FER	
<i>Métaux usuels (les) : cuivre, zinc, étain, plomb, nickel, aluminium</i> , par E. d'Hubert (n° 6)	104	Automotrice à essence de pétrole pour chemins de fer (n° 14)	235
<i>Métaux (les) précieux : mercure, argent, or, platine</i> , par E. d'Hubert (n° 12)	208	Automotrices à vapeur des chemins de fer autrichiens (n° 10)	172
<i>Méthodes modernes de paiement des salaires</i> , par Julien Izart (n° 5)	88	Chemin de fer transsibérien (le). (Planche I. E. LEMAITRE (n° 1).	1
<i>Montagne (la) à travers les âges</i> , par J. Grand-Carteret (n° 19)	320	Chemin de fer de Liverpool à Southport. Remplacement de la traction à vapeur par la traction électrique. DEBEUL (n° 4)	49
<i>Monteur électricien (le)</i> , par E. Barni, traduit de l'italien par A. Montpellier (<i>Encyclopédie scientifique des Aide mémoire</i>) (n° 13)	221	Chemin de fer (le) de la Jungfrau et ses nouvelles locomotives électriques. (Planches VIII et IX.) L.-J. SIDLER (n° 7 et 8)	105
<i>Moteurs (les) à essence pour automobiles</i> , par L. Marchis (n° 12)	208	Développement (le) des chemins de fer d'intérêt local en Prusse (n° 6)	99
<i>Moteurs à gaz</i> , par Ch. Vigreux, Ch. Milandre et C. Birault (n° 22)	368	Éclairage électrique des trains, système Bœhm (n° 22)	365
<i>Motocyclette (la)</i> , par A. Coquerel (n° 16)	272	Expériences sur des cheminées et des échappements de locomotives à l'Université de Purdue (États-Unis). E. BARBIER (n° 12)	201
<i>Observations météorologiques faites en Bosnie et Herzégovine pendant l'année 1900</i> (n° 18)	304	Exploitation à grande vitesse des chemins de fer (n° 23)	380
<i>Ozone (l') et ses applications industrielles</i> , par H. de la Coudré (n° 25)	415	Frein Westinghouse (essais du) sur de longs trains de marchandises (n° 17)	282
<i>Phénomènes fondamentaux et principales applications du courant alternatif</i> , par R. Swynghedauw (n° 7)	120	Griffes pour l'ancrage des wagons (n° 7)	117
<i>Port de Bordeaux (le)</i> (n° 8)	136	Locomotive express des Chemins de fer de l'État badois (résultats d'essais effectués avec la nouvelle) (n° 15)	252
<i>Précis de Chimie industrielle</i> , par Pierre Carré (n° 26)	440	Locomotive de montagne, système Shay, de 150 tonnes (n° 24)	397
<i>Produits coloniaux d'origine minérale</i> , par L. Laurent (n° 21)	352	Locomotive-tender à sept essieux pour chemin de fer de montagne. (Planche X) (n° 9)	145
<i>Radium (le) et la radioactivité</i> , par P. Besson (n° 9)	152	Locomotives compound (nouvelles) du Chemin de fer de Ceinture, à Paris. (Planche XX.) F. BARBIER (n° 19)	305
<i>Radium (le) et ses propriétés</i> , par J. Escard (n° 10)	176	Manœuvre électropneumatique des signaux à la gare de Paris-Est. E. WAGNER (n° 10)	161
<i>Rivons N (les)</i> , par R. Blondlot (n° 12)	208	Projet de ligne de chemin de fer de Berne à Brig, à travers les Alpes bernoises (n° 26)	437
<i>Recettes et procédés utiles</i> , par G. Tissandier (n° 10)	176	Tramway électrique avec mécanisme d'adhérence à rail central et roues horizontales, en service à La Bourboule (Pay-de-Dôme). A. DUMAS. (Planche XXVI.) (n° 25)	401
<i>Règle à calcul (la)</i> , par A. Jully (n° 5)	88		
<i>Réglementation du travail dans l'industrie</i> , par L. Bouquet et Paul Razous (n° 25)	415	*Accouplements automatiques de wagons (essais effectués en Allemagne sur les) (n° 25)	418
<i>Résonances (les) dans les réseaux de distribution par courants alternatifs</i> , par G. Chevrier (n° 22)	368	*Air comprimé (des emplois de) dans l'exploitation des chemins de fer (n° 4)	65
<i>Rôle (le) de l'Ingénieur colonial et les travaux aux colonies</i> , par G. Espitallier (n° 3)	48	*Application de la puissance mécanique aux travaux de renouvellement des voies (n° 9)	153
<i>Roues dentées (les)</i> , par A. Jully (n° 8)	136	*Application de l'électricité aux lignes à vapeur (n° 25)	418
<i>Stabilité des bateaux à hélice dans le roulis et les giration</i> , par A. Duroy de Bruignac (n° 17)	288	*Attelages de tenders et de locomotives (n° 20)	334
<i>Technische Untersuchungsmethoden zur Betriebskontrolle</i> , par J. Brand (n° 25)	416	*Bandages en acier (emploi des) sur le chemin de fer aérien de Boston (n° 4)	65
<i>Théorie (la) de Maxwell et les oscillations hertziennes. La télégraphie sans fil</i> , par H. Poincaré (n° 11)	192	*Chariot transbordeur électrique de la Compagnie de l'Ouest (n° 20)	334
<i>Théorie générale du mouvement varié de l'eau dans les tuyaux de conduite</i> , par M. L. Allievi (n° 26)	440	*Chemin de fer (le) de l'Albula (Suisse) (n° 6)	103
<i>Thermodynamique (Tome 1^{re} : Notions fondamentales)</i> , par L. Marchis (n° 11)	192	*Chemin de fer (le) de l'Alaska (Amérique du Nord) (n° 24)	399
<i>Tracé géométrique des paraboles cubiques</i> , par F. Boulad (n° 19)	320	*Chemin de fer (la ligne de) de Swakopmund à Windhoek dans la colonie allemande sud-africaine (n° 9)	153
<i>Traité de balistique extérieure</i> , par le commandant Charbonnier (n° 9)	152	*Chemin de fer de l'Équateur, de Guayaquil à Quito (n° 23)	382
<i>Traité de la résistance des matériaux appliquée au béton armé</i> , par de Tédesco et Maurel (n° 25)	415	*Chemin de fer (le) circumbaïkalien (n° 23)	382
<i>Traité des enroutements des dynamos à courant continu</i> , par F. Loppé (n° 17)	288	*Chemin de fer électrique de Springfield, Froy et Piqua (Ohio, E.-U.) (n° 49)	318
<i>Traité des gisements métallifères</i> , par le docteur R. Beck, traduit de l'allemand par O. Chemin (n° 4)	63	*Chemins (les) de fer à voie étroite et leur valeur économique (n° 44)	190
<i>Traité général de l'emploi de l'électricité dans l'industrie minière</i> , par N. Lapostolle (n° 9)	152	*Chemins de fer aériens aux États-Unis (les) (n° 49)	318
<i>Traité pratique des emplois chimiques du bois</i> , par M. Klar, traduit de l'allemand par L. Gautier (n° 22)	368	*Chemins de fer (les) à Togo (Afrique occidentale) (n° 13)	222
<i>Traité théorique et pratique de Métallurgie générale (Tome 1^{re} : Éléments et produits des opérations métallurgiques)</i> , par L. Babu (n° 1)	16	*Contrepoids (calcul des) dans les locomotives à deux, trois ou quatre cylindres (n° 5)	88
<i>Turbo-moteurs et machines rotatives</i> , par H. de Graffenhauer (n° 20)	336	*Écartement (l') des rails dans les voies ferrées de l'Afrique orientale (n° 4)	65
<i>Utilisation d'une chute d'eau pour les services d'une mine</i> , par M. Lecomte-Denis (n° 15)	256	*Éclairage électrique des signaux de chemins de fer (n° 18)	302
<i>Verres et cristaux. Le diamant et les gemmes</i> , par E. d'Hubert (n° 7)	120	*Emploi (l') des ressorts en spirale dans les attelages des trains (n° 11)	190
<i>Vorlesungen über Statik der Baukonstruktionen und Festigkeitslehre (Leçons sur la statique et la résistance des constructions 2^e volume)</i> , par Georg Mehlert (n° 26)	440	*Emploi de l'acier pour la construction de la caisse des voitures à voyageurs, en Amérique (n° 42)	207
		*Enclenchements à trajecteurs pneumatiques de la Compagnie du Nord (n° 26)	438
		*Gare de marchandises du London Brighton Railway, Londres (n° 25)	419
		*Gares des nouvelles de Hambourg (n° 19)	318
		*Ligne du Semmering (Autriche) (le cinquantenaire de la) (n° 20)	334
		*Locomotive à bogie pour service mixte des Chemins de fer de l'État belge (n° 9)	153
		*Locomotive à trois essieux moteurs, des chemins de fer du Pékin Syndicate (n° 25)	418
		*Locomotives (la construction des) en Amérique (n° 4)	47
		*Locomotives à vapeur à grandes vitesses (concours de) (n° 4)	65
		*Locomotives compound (des) en France (n° 4)	66
		Locomotives (essais des) à l'Exposition de Saint-Louis (E.-U.) (n° 8)	431
		Locomotives compound (essais effectués à la Compagnie d'Orléans avec de nouvelles) (n° 17)	286
		Locomotives (expériences sur le rendement des) (n° 23)	417
		Métropolitain à marchandises de Chicago (n° 24)	350
		Moyens de transport (les) à Berlin et à Paris (n° 3)	47
		Parcours à grandes vitesses sur les chemins de fer anglais (n° 6)	102
		Projet de monorail, système Behr, entre Liverpool et Manchester (n° 14)	238
		Projet de jonction du réseau suédois et du réseau russe (n° 26)	438
		Protection (la) de la ligne de Luleå-Narvik (Suède) contre la neige (n° 10)	175
		Remaniement de l'Union Terminal Station à Saint-Louis (E.-U.)	418
		Résistance (la) à la traction des trains et la limite de puissance des locomotives à vapeur (n° 9)	153
		Serrures d'enclenchement pour les aiguillages des chemins de fer (n° 7)	119
		Service des marchandises (le) sur les Chemins de fer de l'État prussien (n° 4)	65
		Services de trains pendant l'été 1904, en France et en Angleterre (n° 49)	318
		Signaux et appareils de voie à commande électropneumatique, de la gare de Kottbus (Allemagne) (n° 4)	65
		Signaux acoustiques actionnés par courant alternatif, des Chemins de fer de l'État hongrois (n° 26)	438
		Signaux automatiques Westinghouse (perfectionnements des) (n° 25)	419
		Superstructure (la) des lignes de chemins de fer (n° 18)	174
		Technique actuelle des Chemins de fer en Allemagne (n° 25)	419
		Traction à grande vitesse entre Marienfelde et Zossen (Prusse) (n° 20)	334
		Traffic du Métropolitain de Berlin en 1904 (n° 25)	419
		Transport du poisson par voie ferrée en Angleterre (n° 4)	15
		Traverses (conservation des) (nos 4 et 10)	174
		Traverses de chemins de fer en béton armé (n° 26)	439
		Truck pour bogie, réduisant l'usure du mentonnet des roues (n° 25)	418
		Ventilation des voitures à voyageurs du Pennsylvania Railroad (n° 25)	418
		Voiture automobile à vapeur des chemins de fer de l'État serbe (n° 25)	418
		Voiture-école du Subway, à New-York (n° 21)	350
		Voitures de la Compagnie Wabash pour le transport des voyageurs à l'Exposition de Saint-Louis (n° 9)	153
		Voitures (nouvelles) de deuxième classe à bogies de la Compagnie de l'Ouest (n° 40)	174
		Wagons-tombereaux de 50 tonnes de la Compagnie du Midi (n° 2)	30
		Wagons de 50 tonnes, de la Lackawanna Iron and Steel Co (n° 4)	65
		Wagons à marchandises (augmentation de la puissance de freinage sur les) (n° 25)	417
		CHIMIE INDUSTRIELLE	
		Acide sulfurique (derniers perfectionnements dans la fabrication de l') par le procédé des chambres (n° 19)	316
		Éclairage (l') public à l'acétylène, en Allemagne (n° 10)	172
		Exposition internationale des alcools et des industries de fermentation, à Vienne. G. COUPAN (n° 17)	273
		Stérilisation du lait (nouveau procédé de) (n° 16)	268
		Sulfate de cuivre (emploi du) pour la destruction des algues dans les réservoirs d'eau potable (nos 15 et 20)	249, 332
		Traitement par distillation du précipité des cuves de cyanuration (n° 25)	411
		*Alcool (les emplois actuels de l') (n° 4)	66
		*Alunite (l'industrie de l') à Bergszasz (Hongrie) (n° 4)	66
		*Analyse (nouvelle méthode d') des caoutchoucs (n° 9)	154
		*Analyses agricoles (les) par volumétrie gazeuse (n° 3)	47
		*Caoutchouc (la vulcanisation du) (n° 4)	66
		*Classification (de la) en chimie et de son application aux constituants des aciers (n° 9)	153
		*Coca (culture de la) et fabrication de la cocaïne (n° 6)	103
		*Correction (la) des eaux dures (n° 9)	154
		*Décomposition progressive des explosifs (n° 25)	419
		*Détermination du plomb, du fer, etc., dans les minerais de zinc (n° 22)	366
		*Distillation (de la) de la tourbe (n° 9)	154
		*Épuration des eaux vannes à Lichtenberg, près de Berlin (n° 14)	239
		*Fabrique de pâte à papier, à Sandy Hill (New-York, E.-U.) (n° 8)	135
		*Falsification du beurre par l'huile de coco (nouvelle méthode pour rechercher la) (n° 15)	254

	Pages		Pages		Pages
*Huile (usine pour la récupération de l') des chiffons gras (n° 4)	154	*Maisons d'habitation, à Stuttgart (Wurtemberg) (n° 8)	135	Conductibilité de l'atmosphère aux tensions élevées (n° 7)	117
*Industrie l' des vernis (n° 9)	190	*Manufacture (nouvelle) de tabac, à Vienne-Outakring (Autriche) (n° 19)	318	Courants continus à haute tension (expériences sur les) (n° 20)	329
*Observations sur le coton et le coton nitré (n° 25)	419	*Organisation des services d'incendie (n° 41)	190	Éclairage électrique des trains, système Boehm (n° 22)	365
*Peintures (les) dans les constructions industrielles (n° 9)	154	*Pavillon scolaire transportable (n° 16)	270	Élévateur-transporteur électrique. J. COSTA (n° 6)	96
*Peintures (expériences sur les) employées dans les constructions métalliques (n° 18)	302	*Reconstruction du Théâtre Royal de Hanovre (n° 23)	417	Inducteurs (essai des) et des induits à l'aide de transformateurs (n° 3)	45
*Traitement par le sulfate de cuivre des eaux des lacs-réservoirs Clifton et Montebello, à Baltimore (E.-U.) (n° 25)	419	*Sécurité (la) dans les théâtres (n° 8)	135	Séparation de l'huile des eaux de condensation par le courant électrique (n° 21)	347
CONCOURS, CONGRÈS ET EXPOSITIONS		CONSTRUCTION DES MACHINES		Traction par courant alternatif simple, système Winter-Eichberg (n° 23)	369
Évite-molettes (les nouveaux) à l'Exposition d'Arras. H. SCHMERBER (n° 25 et 26)	406, 427	Bicyclettes (les). Les changements de vitesse. Le rétropédalage. Carlo BOURLET (n° 8 et 9)	126, 141	Tramway électrique avec mécanisme d'adhérence à rail central et roues horizontales, en service à La Bourboule (Puy-de-Dôme). A. Dumas. (Planche XXVI.) (n° 25)	401
Exposition du Nord de la France, à Arras (n° 13)	217	Chargeuse à commande électrique pour les aciéries (n° 10)	173	Tramway électrique du Mont-Blanc, section du Fayet-Saint-Gervais à l'Aiguille du Gouter. (Planche XIX.) G. ESPITALIER (n° 18)	289
Exposition internationale des alcools et des industries de fermentation, à Vienne. G. CUPAN (n° 17)	273	Chariot pour le transport des induits (n° 1)	13	Treuil électrique de mines (n° 9)	149
Force motrice (la) à l'Exposition de Saint-Louis. Installation des machines motrices. L. PLAUD (n° 25)	403	Commande des machines-outils par l'électricité (n° 21)	348	Usine hydro-électrique de Kykkelsrud (Norvège). (Planche III.) (n° 3)	39
Force motrice (la) à l'Exposition de Saint-Louis. Groupe électrogène des Sociétés De-launay-Belleville et l'Éclairage électrique. Ch. DANTIN. (Planche XXVII.) (n° 26)	425	Essai des injecteurs (appareil pour l') (n° 1)	12	Usine de la General Electric Co, à Schenectady (E.-U.) (n° 25)	469
*Association américaine pour l'essai des matériaux (réunion annuelle de l') (n° 15)	256	Marteau à air comprimé pour la fixation des bandages des roues de wagons (n° 5)	85	Usine hydro-électrique (travaux d'installation de l') de la Compagnie Toronto and Niagara Power (n° 26)	432
*Concours de locomotives à vapeur à grandes vitesses (n° 4)	65	Poinçonneuse hydropneumatique portative (n° 3)	44	Accumulateur l' Edison (n° 13)	223
Concours international pour un appareil permettant d'indiquer l'état de charge d'un conducteur électrique (n° 16)	272	Polisseur à jet de sable portatif (n° 11)	189	*Accumulateurs à fort régime de décharge (n° 15)	255
*Concours pour la construction d'un nouveau pont sur la Sihl, à Zurich (n° 20)	336	Tachymètre électromagnétique (n° 10)	173	*Alternateur (données et essais d'un) à la fréquence 10 000 (n° 13)	223
Concours d'installation de chambres d'hôtels (n° 22)	368	Treuil électrique de mines (n° 9)	149	*Analyse des courbes de courants alternatifs (n° 16)	271
*Congrès international d'hygiène scolaire, à Nuremberg (n° 4)	69	*Acier pour outils à grande vitesse de coupe (fabrication et emploi de l') (n° 3)	47	*Capacité électrostatique des fils (n° 17)	287
Congrès international des tramways et chemins de fer d'intérêt local, à Vienne (n° 16)	272	*Ateliers de montage et de réparations du Canadian Pacific Railway, à Montréal (n° 4)	66	*Champ électrostatique tournant, de haute tension (sur la réalisation d'un) (n° 9)	155
X ^e Congrès international de navigation, à Milan, en 1903 (n° 17)	288	*Ateliers de constructions mécaniques de la Cambria Steel Co, à Johnstown (Pennsylvanie, E.-U.) (n° 16)	270	*Chute de tension des courants alternatifs sur les rails du chemin de fer (n° 4)	68
Congrès international des Mines, de la Métallurgie, de la Mécanique et de la Géologie, à Liège, en juin 1903 (n° 25)	416	*Ateliers de la Société pour la construction des machines et locomotives de Montréal, à Québec (Canada) (n° 16)	271	*Commutation (la) dans les dynamos (n° 22)	367
*Congrès (le) international des Chemins de fer d'intérêt local et tramways de Vienne en 1904 (n° 26)	439	*Calcul des clapets à ressorts (n° 20)	335	Commutatrices la marche des (n° 24)	420
VII ^e Exposition internationale de l'Automobile, du Cycle et des Sports (n° 16)	272	*Caractères d'imprimerie (machine à fondre les) (n° 4)	66	*Condensateur électrolytique à lames d'aluminium (n° 14)	239
Réunion annuelle de l'Association des fondeurs américains (n° 14)	240	*Construction des pistons de moteurs à gaz (n° 17)	286	*Condensateurs (emploi des) pour la mesure des courants alternatifs (n° 5)	88
*Réunion annuelle de la British Association of Water-Works Engineers (n° 17)	287	*Corrosions (dispositifs de protection contre les) produits par les liquides et les vapeurs acides (n° 4)	66	*Conducteurs électriques en aluminium (n° 12)	207
*Réunion annuelle de la Société américaine des constructeurs de matériel de chemins de fer (n° 18)	302	*Crochets de lavage (calcul des profils et dimensions des) (n° 1)	16	*Conducteurs en aluminium (n° 20)	335
CONSTRUCTIONS CIVILES		*Machines-outils à moules (n° 4)	66	*Contribution à l'étude de l'arc électrique (n° 10)	175
Bétonnière doseuse (n° 24)	397	*Machines à tourner (les premières) (n° 9)	154	*Convention (la vingt-septième) de la National Electric Light Association (n° 12)	207
Échelles à poissons du barrage de Danville (n° 11)	189	*Turbo-dynamos (la construction des) (n° 4)	68	*Convertisseur à axe vertical (n° 4)	68
Hôtel (le nouvel) du New-York Times (n° 16)	267	*Usines de l'International Harvester Co, à Hamilton Canada (n° 22)	366	Convertisseurs de fréquence (n° 5)	87
Installations mécaniques et frigorifiques de l'Hôtel Astor, à New-York (n° 19)	312	CONSTRUCTIONS NAVALES		*Courant le perdu et non facturé (n° 17)	287
Maisons ouvrières (les) en Angleterre. (Planche XVII.) (n° 16)	260	Chaudière marine Miyabara (n° 3)	45	*Courbe de puissance (n° 8)	135
Piliers à base renforcée pour la reprise en sous-œuvre (n° 19)	317	*Cales de montage de la Société Vulcan, à Stettin (Allemagne) (n° 25)	419	*Courbe (la) du rendement des transformateurs à tension constante (n° 11)	190
*Agrandissement de l'Imperial Hotel, à New-York (n° 9)	154	*Canonnière à faible tirant d'eau et à immersion variable des hélices (n° 12)	107	*Défauts sur les réseaux (n° 21)	351
*Ateliers de fabrication de la Société des machines à écrire Smith Premier, à Syracuse (New-York, E.-U.) (n° 3)	47	*Chantiers de constructions navales de Dalmeir, près Glasgow (n° 23)	419	*Densité de courant et tension les plus utiles pour transmission d'énergie (n° 21)	350
*Bains (l'établissement municipal de), à Augsburg (n° 9)	154	*Compartiments étanches dans les navires de guerre (n° 12)	207	*Distribution à trois fils et 500 volts (n° 15)	255
*Chambres à poussières en béton armé (n° 24)	350	*Construction des deux cargo-boats Minnesota et Dakota (n° 22)	366	*Dynamo à tension constante et à vitesse variable, applicable à l'éclairage électrique des trains (n° 19)	319
*Construction d'une caserne, à Baltimore (n° 10)	175	*Cuirassé (le) américain Connecticut (n° 26)	439	*Éclairage électrique (l') à Philadelphie (n° 9)	155
*Construction d'une caserne, à New-York (n° 13)	223	*Essais comparés de chaudières aquatubulaires à bord des navires de guerre anglais (n° 23)	381	*Électricité (l') à l'Exposition de Saint-Louis (n° 17)	287
*Construction moderne (la) et la protection contre l'incendie (n° 24)	399	*Étude sur le tangage et le roulis (n° 11)	192	*Electrochimie les derniers progrès réalisés en (n° 4)	69
*Décoration architecturale du Métropolitain de Berlin (n° 24)	398	*Machine marine de 150 chevaux pour l'éclairage électrique (n° 4)	67	*Electrogoniomètre de M. Routin (n° 4)	67
*Écoles primaires (les) dans le Luxembourg (n° 25)	417	*Moteur à essence (l'emploi du) pour la propulsion des canots de sauvetage (n° 26)	439	*Electrolyse (l') par le courant de retour des tramways (n° 4)	63
*Emploi (l') du béton armé dans les constructions (n° 10)	175	*Navires de guerre anglais Triumph et Swiftsure (n° 4)	66	*Essai des appareils électriques en charge, par compensation des pertes (n° 22)	367
*Finissage des surfaces extérieures en ciment (n° 22)	307	*Navires de guerre de la marine japonaise (n° 23)	383	*Essais d'appareils électriques (n° 25)	420
*Formules et tables pour la construction des réservoirs et magasins à matières pondéreuses (n° 21)	350	*Prévention (la) des incendies à bord des navires (n° 12)	207	*Extension du système Edison à Boston (n° 16)	271
*Incendies (la prévention des) dans les théâtres (n° 4)	66	*Propulsion des navires (le problème de la) par l'emploi de l'hélice (n° 4)	67	*Gaz oxyhydrique (préparation du) par le courant alternatif (n° 4)	69
*Installations mécaniques (les) du nouveau palais du Congrès du Minnesota, à Saint-Paul (États-Unis) (n° 9)	154	*Rayon d'action des navires (détermination du) (n° 19)	318	*Installation électrique de l'usine de l'École technique supérieure de Darmstadt (Allemagne) (n° 19)	319
*Magasins à blé (les nouveaux) de Port-Arthur (Ontario, Canada) (n° 4)	66	*Service de bateaux à vapeur pour l'Irlande, de la Compagnie du Midland Railway (n° 25)	423	*Installations électriques (les) de la Compagnie des Mines d'anthracite de la Mure (Isère) (n° 2)	31
*Magasins en béton armé, à Chicago (n° 10)	175	*Transatlantique (le) Gneisenau, du Norddeutscher Lloyd (n° 4)	67	*Installations électriques pour les travaux du tunnel de Karawanken Autriche (n° 6)	103
		*Transatlantique (le nouveau) Caronia (n° 18)	302	*Installations (les) hydro-électriques sur l'Hudson (n° 11)	191
		*Vapeur de charge à 5 mâts Prussen (n° 21)	350	*Lampe rotative à vapeur de mercure (n° 5)	87
		*Vapeur Prince-Sigismund (n° 25)	419	*Lampe Nernst (la) (n° 13)	223
				*Lampe à arc à magnétite (n° 16)	271
				*Ligne électrique (projet de) à grande vitesse entre Berlin et Hambourg (n° 15)	254
				*Ligne électrique à longue portée (n° 7)	119
				*Localisation des défauts sur les circuits à basse tension (n° 14)	239
				*Longues portées sur les lignes électriques (n° 18)	302
				*Marche en parallèle des transformateurs triphasés (n° 18)	312
				*Moteur à champ tournant (mesure de la puissance d'un) (n° 20)	315
				*Moteurs (étude sur les qualités des) qui commandent des alternateurs au point de vue de la facilité du couplage en parallèle (n° 9)	155
				*Moteurs électriques (influence de la vitesse des) sur le type de moteur à employer (n° 14)	239
				*Moteurs d'induction (l'étude des) d'après la pratique européenne (n° 14)	239

	Pages
*Moteurs synchrones (emploi des) pour la régulation de la tension et du facteur de puissance (n° 16) . . .	271
Perte dans le fer, dans les transformateurs en charge (n° 17) . . .	287
*Phasemètre (n° 4) . . .	68
*Prédétermination de la commutation dans les dynamos à courant continu (n° 13) . . .	254
*Prise de terre pour voies ferrées (n° 4) . . .	68
*Progres de l'industrie électrique (n° 9) . . .	155
*Pulsation (la) du courant continu dans les commutateurs (n° 4) . . .	68
*Redresseurs de courant (les) (n° 2) . . .	30
*Réglage de la tension sur les réseaux (n° 25) . . .	420
*Résistance (mesure de la) d'isolement d'un réseau (n° 13) . . .	255
*Sous-stations polyphasées (n° 19) . . .	319
*Sous-stations polyphasées (n° 25) . . .	420
*Station centrale de Neepsend, à Sheffield (Angleterre) (n° 17) . . .	287
*Station centrale d'énergie dans une usine moderne (n° 22) . . .	306
*Station hydro-électrique de la Puyallup River, près Tacoma (E.-U.) (n° 25) . . .	419
*Stations électriques (étude des) (n° 16) . . .	271
*Surtensions dans les réseaux triphasés (n° 25) . . .	420
*Traction électrique par le système Finzi (n° 25) . . .	420
*Transformateur (prédétermination de la régulation d'un) (n° 3) . . .	48
*Transformateurs (étude des) (n° 13) . . .	255
*Transmission d'énergie par conducteurs aériens à grande portée (n° 21) . . .	351
*Transmission électrique de l'énergie (n° 19) . . .	319
*Tube de Braut, pour l'étude des courants alternatifs (n° 14) . . .	239
*Usine de la Zanesville Co (reconstruction de l') (n° 4) . . .	67
*Usine électrique (l') de Kubel, près de Saint-Gall (Suisse) (n° 9) . . .	155
*Usine de la Central Electric Supply Co (n° 13) . . .	254
*Usine électrique de Kingsbridge, à New-York (n° 18) . . .	303
*Usine électrique de Dubuque (Iowa, E.-U.) (n° 21) . . .	351
*Usine électrique d'Ipswich (n° 21) . . .	351
*Utilisation (conditions générales d') d'une batterie tampon munie d'un survolteur automatique (n° 9) . . .	155
*Vieillessement des tôles de dynamos (n° 17) . . .	287

ENSEIGNEMENT

École Centrale des Arts et Manufactures. Liste, par ordre de mérite, des élèves ayant obtenu le diplôme d'Ingénieur des Arts et Manufactures ou le certificat de capacité (n° 12) . . .	205
École Centrale des Arts et Manufactures. Liste des candidats admis en 1904 (n° 22) . . .	365
*Dessin de machines (le) (n° 18) . . .	303
Ecole nationale supérieure des Mines. Liste des élèves ayant obtenu le diplôme d'Ingénieur civil des Mines (n° 17) . . .	288
*Enseignement l' professionnel en Allemagne (n° 9) . . .	156
*Installation métallurgique de l'Institut métallurgique d'Aix-la-Chapelle (n° 25) . . .	420
*Institut métallurgique (le nouvel) de Clausthal (Allemagne) (n° 4) . . .	69
*Institut (l') électrotechnique de l'École technique supérieure de Vienne (n° 9) . . .	156
*Laboratoire national de physique, à Fiddington (Angleterre) (n° 4) . . .	72
*Laboratoire de chimie métallurgique de l'Université de Harvard (Massachusetts, E.-U.) (n° 13) . . .	223
*Laboratoires (les) d'électricité industrielle de l'Institut technologique du Massachusetts (n° 11) . . .	191

ÉTUDES ÉCONOMIQUES

Chemin de fer transsibérien (le). (Planche I.) E. LEMAIRE (n° 1) . . .	1
Développement (le) des chemins de fer d'intérêt local en Prusse (n° 6) . . .	99
Industrie (l') sidérurgique en Allemagne (n° 2) . . .	29
Industrie (l') à domicile et les ateliers de famille. Paul RAZOUS (n° 26) . . .	431
Répartition (la) des automobiles et bicyclettes en France. V. TURQUAN (n° 10, 11 et 12) 166, 182, 197 . . .	197
Richesses minérales et procédés métallurgiques du Chan-Si (Chine septentrionale) (n° 19) . . .	309
*Attitude (l') de la douane des États-Unis vis-à-vis des importateurs de machines étrangères (n° 10) . . .	175
*Développement de l'influence allemande dans la province de Kiangtchéou (Chine) en 1903 (n° 20) . . .	335
*Économies dans la chaufferie (n° 25) . . .	423
Trafic du canal Kaiser-Wilhelm en 1903-1904 (n° 22) . . .	368
*Traversée de Brazzaville au Caire par l'Oubangui et le Bahr el Ghazal (n° 21) . . .	351

HYDRAULIQUE

Conduite en béton armé pour l'alimentation en eau de Jersey City (E.-U.) (n° 1) . . .	43
Emploi des chutes d'eau à la production de l'électricité (n° 20) . . .	332

Filtration des eaux (appareil pour contrôler la) (n° 5) . . . Jaugeage des conduites d'eau en service (n° 14) . . . Jaugeage des conduites d'eau en service. (Correspondance.) H. PARENTY (n° 16) . . . Mesure de la vitesse d'un courant d'eau à faible vitesse (n° 13) . . . Pompe à régulateurs automatiques de débit, système Daubron. G. CARLE (n° 19) . . . *Canalisations d'eau (projets de) sous haute pression pour les services d'incendie de New-York et de Brooklyn (n° 4) . . . *Chambres de filtration de la Compagnie des Eaux de New-Haven (Connecticut, E.-U.) (n° 4) . . . *Conduite-aqueduc sur la Sudbury River (États-Unis) (n° 9) . . . *Correction et purification de l'eau (n° 4) . . . *Débit des rivières à fond variable (mesure du) (n° 6) . . . *Dépense en eau (la) dans les écluses (n° 4) . . . *Distribution d'eau de la ville de Reichenberg (Autriche) (n° 9) . . . *Élévation directe des liquides par l'air comprimé (n° 13) . . . *Filtration rapide des eaux d'alimentation de Chester (Pennsylvanie, E.-U.) (n° 4) . . . *Irrigations (programme d') en Égypte (n° 24) . . . *Laboratoire pour la vérification des compteurs d'eau, à South Brooklyn (E.-U.) (n° 13) . . . *Pompes centrifuges multicellulaires à grande élévation (n° 22) . . . *Pressions exercées sur un plan mince en mouvement dans un fluide (n° 7) . . . *Puits (les) et les forages au Sahara (n° 2) . . . *Réservoir (le) de Jerome Park, à New-York (n° 9) . . . *Service municipal des Eaux (le) d'Anvers (n° 9) . . . *Tube de Pitot (emploi du) pour déterminer la vitesse des fluides dans les conduites et mesurer le débit (n° 4) . . . *Usine élévatoire des eaux d'égout de Jackson Park, à Chicago (n° 4) . . .	84 233 269 221 313 67 67 156 15 103 69 155 223 15 399 223 267 119 31 155 154 69 69
--	--

HYGIÈNE

Appareils de sécurité en usage dans les exploitations minières d'Autriche-Hongrie. H. SCHMERBER (n° 6 et 7) . . .	94
Effets physiologiques de l'air comprimé (expériences sur les) (n° 8) . . .	131
Épuration bactérienne des eaux au moyen de sables fins non submergés (n° 13) . . .	220
Falsification du lait (une nouvelle) (n° 26) . . .	436
Lutte contre la poussière par l'arrosage des routes à la westrumite. Dr GUGLIELMINETTI (n° 6) . . .	98
Méthodes employées en Angleterre pour empêcher le gaspillage de l'eau (n° 14) . . .	236
Sulfate de cuivre (emploi du) pour la destruction des algues dans les réservoirs d'eau potable (n° 15 et 20) . . .	249, 332
*Air (l') et la lumière dans les habitations urbaines (n° 24) . . .	399
*Appareils séparateurs pour les eaux de citernes (n° 16) . . .	271
*Boues des eaux vannes (utilisation rationnelle des) (n° 25) . . .	420
*Coloration des eaux potables (causes produisant la) et moyens de la faire disparaître (n° 8) . . .	135
*Congrès international d'hygiène scolaire de Nuremberg (n° 4) . . .	69
*Désinfection (la) des wagons à bestiaux (n° 9) . . .	156
*Destruction (la) des gadoues par le feu (n° 10) . . .	175
*Dispensaires (les) antituberculeux (n° 12) . . .	208
*Distribution (la) d'eau et le réseau d'égouts de la ville de Baden (Autriche) (n° 9) . . .	156
*Egouts (extension du système d') à Brooklyn (E.-U.) (n° 8) . . .	135
*Enlèvement des ordures ménagères à Brooklyn (n° 9) . . .	156
*Fièvre typhoïde (la) et le service des eaux de Pittsburgh (États-Unis) (n° 2) . . .	31
*Fièvre (la) typhoïde et les eaux de surface filtrées (n° 11) . . .	191
*Filtration rapide des eaux d'alimentation de Chester (Pennsylvanie, E.-U.) (n° 4) . . .	15
*Filtres pour la purification des eaux destinées à Philadelphie (E.-U.) (n° 23) . . .	383
*Pollution des fleuves par les eaux d'égout (n° 7) . . .	119
*Propriétés antiseptiques du sulfate ferreux (n° 23) . . .	383
*Purification des eaux résiduelles de brasserie (n° 26) . . .	439
*Rats (du rôle des) dans la peste à bord des navires (n° 4) . . .	69
Traitement des eaux d'égout. Étude comparée du en Grande-Bretagne et aux États-Unis (n° 26) . . .	439
*Tuberculose militaire (prophylaxie de la) (n° 6) . . .	103
*Ventilation (la) du nouveau théâtre de Cologne (Allemagne) (n° 9) . . .	156

INDUSTRIES TEXTILES

	Pages
Humidification des locaux de l'industrie textile. Paul RAZOUS (n° 20) . . .	325
Schappe (l'industrie de la). Francis MARRE (n° 23 et 24) . . .	372, 390
Utilisation des déchets et sous-produits de l'industrie du délainage. Paul RAZOUS (n° 5) . . .	80
*Coton (le) en Égypte (n° 4) . . .	70
*Filature de coton de Cordenons (Italie) (n° 25) . . .	420
*Industrie (l') du mercerisage (n° 25) . . .	420
*Machine à merceriser, système Edlich (n° 19) . . .	319
*Machine à fabriquer les étoffes épaisses (n° 19) . . .	319
*Machine à encoller avec étuve à air chaud (n° 4) . . .	70

JURISPRUDENCE ET Législation

Bureaux de placement (les). Louis RACHOU (n° 16) . . .	265
Computation (la) des pourboires dans le calcul des indemnités d'accidents du travail. Louis RACHOU (n° 4) . . .	59
Couchage du personnel dans les établissements industriels et commerciaux. Louis RACHOU (n° 25) . . .	410
Entente d'ouvriers pour une diminution systématique de travail. Louis RACHOU (n° 17) . . .	283
Intoxication saturnine. Louis RACHOU (n° 19) . . .	314
Réembauchage (le) des grévistes. Louis RACHOU (n° 14) . . .	234
Responsabilité des accidents du travail dans les entreprises de transport. Louis RACHOU (n° 20) . . .	331
*Régime légal (le) des mines en Chine (n° 22) . . .	367

MATÉRIAUX DE CONSTRUCTION

Blanc de zinc et céruse (comparaison des pouvoirs couvrants) (n° 18) . . .	299
Emploi des sables argileux pour la fabrication du béton (n° 7) . . .	115
Granit-asphalte (le) et les chaussées en asphalte armé. L-Colonel G. ESPITALIER (n° 26) . . .	434
Prise du plâtre (étude des conditions de). Pri-somètre Périn. Louis PÉRIN (n° 5) . . .	83
*Appareil pour la détermination rapide du poids spécifique des ciments (n° 21) . . .	351
*Béton armé, système ferro-inclave (n° 8) . . .	135
*Constructions en béton armé avec armature en fer spiralisé (n° 18) . . .	304
*Économie (l') de l'emploi du béton (n° 7) . . .	119
*Plâtre (l'industrie du) dans l'État de Kansas (E.-U.) (n° 4) . . .	70
*Résistance des mortiers hydrauliques à la mer (n° 25) . . .	421

MÉCANIQUE

Balance dynamométrique du colonel Renard pour l'étude de la résistance de l'air (n° 4) . . .	60
Broyeurs à boulets (le fonctionnement des) (n° 17) . . .	285
Chargeuse à commande électrique, pour les aciéries (n° 10) . . .	173
Collecteur de poussières pour les fours à incinérer les gadoues (n° 16) . . .	267
Contre-écrou indesserrable, système Minne (n° 21) . . .	348
Conveyeur aérien à deux courroies (n° 21) . . .	349
Détermination (essais pour la) des forces intérieures dans le béton armé (n° 4) . . .	61
Détermination géométrique des efforts dans les poutres droites à travées continues. Farid BOULAD (n° 23) . . .	379
Distributeur pour compresseur d'air (n° 2) . . .	29
Dynamomètre Kintner (n° 22) . . .	364
Élévateur-transporteur électrique. J. COSTA (n° 6) . . .	96
Embrayage automatique de sûreté « le Ténax » (n° 8) . . .	132
Emploi de l'air comme lubrifiant (n° 12) . . .	205
Ensacheurs automatiques (n° 20) . . .	333
Éprouvettes métalliques (nouveau mode d'at-tache des) (n° 18) . . .	300
Essais de matériaux à la traction par choc (n° 24) . . .	392
Force motrice (la) à l'Exposition de Saint-Louis. Installation des machines motrices. L. PIAUD (n° 25) . . .	403

	Pages		Pages
Force motrice (la) à l'Exposition de Saint-Louis. Groupe électrogène des Sociétés De-launay-Belleville et l'Eclairage électrique. Ch. DANTIN. (<i>Planche XXVII.</i>) (n° 26)	425	* Presse hydraulique à embatter les roues (n° 15)	255
Funiculaire (le) de La Bourboule (Puy-de-Dôme). A. DUMAS. (<i>Planche XXI.</i>) (n° 20)	321	* Presses de forge (les) (n° 25)	421
Indicateur de débit de vapeur (n° 6)	100	* Pressions exercées par les grains dans les silos profonds (n° 18)	304
Installations mécaniques et frigorifiques de l'Hôtel Astor, à New-York (n° 19)	312	* Roulements (sur les) à billes (n° 9)	157
Laboratoire d'essais du Conservatoire des Arts et Métiers. Section des Machines. A. BOYER-GUILLOU. (<i>Planche IV.</i>) (nos 3 et 4)	33, 53	* Tour à vitesse variable (n° 14)	239
Machine universelle d'essais, de 300 tonnes, du Laboratoire d'essais du Conservatoire des Arts et Métiers. Pierre BREUIL (n° 9)	137	* Traceur automatique des épures de distribution pour machines à vapeur (n° 18)	303
Machine à peindre les roues (n° 14)	235	* Transport de force par l'air comprimé, aux carrières de grès de Cleveland (É.-U.) (n° 16)	271
Marteau à air comprimé pour la fixation des bandages des roues de wagons (n° 5)	85	* Turbines hydrauliques (le calcul des) (n° 4)	69
Mélangeur de fontes, système Kennedy (n° 15)	252	* Turbines (l'étude des) à vapeur par la méthode graphique (n° 9)	157
Monte-charges à air comprimé (n° 4)	60	* Valeur comparée de l'électricité et de l'eau sous pression pour la commande des appareils d'un port (n° 13)	223
Monte-courroies fixe, système Reiger (n° 12)	204	* Vérification des vis (n° 9)	157
Moteurs à gaz construits par la Société Française de Constructions Mécaniques. Ch. DANTIN (n° 23)	375		
Moulinet dynamométrique pour la mesure de la puissance des moteurs à grande vitesse (n° 2)	28	MÉTALLURGIE	
Perceuse verticale automatique (n° 7)	117	Aciers au tungstène (recherches sur les). LÉON GUILLET (nos 1 et 2)	7,
Peson ensacheur, système Dabra (n° 25)	412	Aciers au nickel (fabrication d') avec une pyrite magnétique cupronickelifère (n° 9)	146
Pompe à régulateurs automatiques de débit, système Daubron. G. CARLE (n° 19)	313	Aciers au molybdène (recherches sur les). LÉON GUILLET (n° 15)	242
Presse de forge hydraulique, à cylindre auxiliaire à vapeur (n° 6)	99	Aciers au titane et à l'étain (recherches sur les). LÉON GUILLET (n° 20)	327
Tour à avance commandée hydrauliquement (n° 11)	237	Chargeuse à commande électrique, pour les aciéries (n° 10)	173
Transmission pneumatique (nouveau système de) pour lettres et petits colis (n° 11)	186	Industrie (l') sidérurgique en Allemagne (n° 2)	29
Turbine à vapeur Zoelly (n° 21)	346	Plaques de blindage (fabrication des) aux Forges nationales de la Chaussade. A. BIZOT. (<i>Planche XIII.</i>) (n° 12)	193
Usines Cail (les nouvelles) à Denain (Société Française de Constructions Mécaniques). Ch. DANTIN. (<i>Planches XXII et XXIII.</i>) (nos 21 et 22)	337, 353	Richesses minérales et procédés métallurgiques du Chan-Si (Chine septentrionale) (n° 19)	309
* Arbres de transmission (détermination graphique du diamètre des) (n° 25)	421	* Aciers spéciaux (études sur les) (n° 13)	224
* Bilames (sur les) (n° 11)	191	* Chargement (le) des hauts fourneaux (n° 24)	396
* Calcul des ressorts à boudin pour soupapes de sûreté (n° 7)	119	* Coke (la fabrication du) métallurgique dans le four Hüssener (n° 11)	191
* Calcul (le) des régulateurs hydrauliques pour les turbines (n° 9)	157	* Coke (obtention du) au moyen de la houille grasse comprimée mécaniquement (n° 11)	191
* Calcul des disques de turbines à vapeur (n° 9)	157	* Coke (l'emploi du) dans les fonderies (n° 7)	119
* Chaines sans soudure (fabrication des) (n° 25)	421	* Concentration magnétique des minerais de zinc de la Virginie (É.-U.) (n° 13)	224
* Commutateurs (théorie des) (n° 13)	223	* Construction (la) des hauts fourneaux (n° 9)	157
* Construction (la) des balances de précision (n° 10)	175	* Coût de la production de l'énergie dans une grande usine métallurgique (n° 21)	351
* Crochets de levage (calcul des profils et dimensions des) (n° 1)	16	* Cuivre (extraction du) aux mines du Rio-Tinto (n° 8)	135
* Détermination des efforts dans le tournage à grande vitesse (n° 14)	239	* Déformation et rupture des fers et des aciers doux (n° 6)	104
* Détermination graphique des épaisseurs à donner aux voûtes en plein cintre (n° 10)	175	* Dimensions (les) des tuyères dans les fours et cubilots (n° 9)	158
* Diagrammes de temps (procédé permettant de relever des) avec les indicateurs ordinaires (n° 4)	70	* Écrasement (l') considéré comme méthode d'essai pour les fontes de moulage (n° 14)	239
* Diagrammes de moteurs à pétrole à grande vitesse (n° 8)	135	* Électrometallurgie (expériences sur l') du ferro-nickel (n° 10)	175
* Équilibrage des arbres à manivelles (n° 4)	70	* Emploi du chlore pour l'extraction des métaux de leurs minerais sulfurés (n° 26)	439
* Estampage par l'intermédiaire de l'eau (n° 16)	271	* Expansion de la fonte par la chaleur (n° 9)	158
* Estimation (l') du temps pour le travail de tour (n° 10)	175	* Explosions (les) de hauts fourneaux (n° 9)	157
* Études sur les turbines à vapeur (n° 10)	175	* Explosions produites par le ferrosilicium (n° 12)	208
* Expériences sur les grandes vitesses de coupe (n° 10)	175	* Fabrication mécanique des noyaux de fonderie (n° 19)	320
* Grue électrique de la gare de Calais-maritime (n° 25)	421	* Fer et acier (l'industrie du) dans le bassin de la Haute-Silésie (n° 4)	70
* Laboratoire d'essais des matériaux, à l'École technique supérieure de Berlin (n° 17)	287	* Fers laminés (fabrication de) (n° 10)	175
* Machine à essayer les chaines, d'une puissance de 100 tonnes (n° 20)	335	* Ferrosilicium (fabrication du) au moyen de pyrite et de quartz (n° 9)	158
* Machine à fabriquer les manchons à incandescence (n° 23)	421	* Fonderie d'acier (la) (n° 20)	335
* Machine à fabriquer les chaines Galle (n° 8)	135	* Fonte (fabrication de la) par les indigènes, aux îles Philippines (n° 1)	16
* Machine à égaliser la couche de métal sur les objets étamés ou galvanisés de petites dimensions (n° 21)	351	* Fonte (recherches sur les propriétés de la) (n° 8)	136
* Machine à essayer, de 300 tonnes (n° 21)	351	* Fusion pyriteuse (la) (n° 25)	421
* Machines-outils transportables, à commande électrique (n° 4)	70	* Hauts fourneaux (influence du mode de chargement des) sur la durée de leur garnissage intérieur (n° 4)	71
* Machines à battre les pieux et derricks repliables pour les travaux le long des voies ferrées (n° 4)	70	* Hauts fourneaux américains à grande production (n° 19)	319
* Marteau à air comprimé (n° 9)	157	* Industrie (l') du coke en Allemagne pendant les dix dernières années (n° 25)	422
* Moteur à gaz pour stations centrales (n° 6)	103	* Influence et détermination de l'azote dans la fonte et dans l'acier (n° 9)	158
* Moteurs à gaz (dimensions des) (n° 14)	239	* Laminoin à tôles de l'usine Charlottenhütte (Allemagne) (n° 18)	303
* Moteurs (les) à gaz modernes et leurs moyens d'alimentation (n° 9)	157	* Laminoin à verge de tréfilerie des usines de Differdange (n° 3)	48
* Moulin (installation de) pour les sels de potasse, en Allemagne (n° 2)	31	* Laminoin installation de à Monterrey (Mexique) (n° 21)	352
* Pompe d'épuisement mue par une machine compound (n° 4)	70	* Laminoin à blooms, billettes, poutrelles et rails (n° 25)	421
* Pompe à incendie à acide carbonique, de la ville de Birkenhead (Angleterre) (n° 9)	157	* Matériaux de moulage pour la fonderie d'acier (n° 23)	422
* Pompes (essais sur les) centrifuges à grande vitesse (n° 9)	157	* Microstructure des métaux et alliages (influence de la vitesse de refroidissement sur la) (n° 5)	88
* Pompes centrifuges de Laval, à haute pression (n° 19)	319	* Monte-charge de hauts fourneaux à commande électrique (n° 7)	119
* Pompes centrifuges à haute pression (n° 20)	335	* Moules de fonderie (fabrication des) (n° 24)	399
		* Nettoyage des pièces de fonderie au moyen de l'eau acidulée (n° 1)	16
		MINES	
		Appareil de sécurité pour machines d'extraction (n° 13)	221
		Appareils de sécurité en usage dans les exploitations minières d'Autriche-Hongrie. H. SCHMERBER (nos 6 et 7)	94, 113
		Appareils respiratoires (nouveaux) en usage dans les mines H. SCHMERBER (n° 22)	358
		Crible à secousses, système Hancock (n° 13)	220
		Effets du froid et de la gelée sur les explosifs industriels en usage dans les exploitations minières. H. SCHMERBER (n° 1)	9
		Évite-molettes (les nouveaux) à l'Exposition d'Arras. H. SCHMERBER (nos 25 et 26)	406, 427
		Installation de deux sièges d'extraction aux mines de fer d'Ely (Minnesota, É.-U.) (<i>Planche II.</i>) (n° 2)	25
		Machine d'extraction du puits Colusa, à Butte (Montana, É.-U.) (<i>Planche XVI.</i>) (n° 15)	248
		Remblayage par l'eau dans les mines. H. SCHMERBER (nos 13 et 14)	215, 231
		* Affaissements (les) produits en Meurthe-et-Moselle par l'exploitation du sel (n° 11)	192
		* Boilage (le) dans les mines (n° 25)	422
		* Chevalements de puits de mines (n° 18)	303
		* Cuivre (le) en Transcaucasie (n° 25)	422
		* Dépôts de mercure en Californie (É.-U.) (n° 23)	383
		* Détente automatique pour machines d'extraction (n° 7)	119
		* Développement des mines de cuivre de l'Arizona (n° 9)	158
		* Étais métalliques pour chantiers d'exploitation (n° 23)	383
		* Extraction (l') du minerai de manganèse du Caucase (n° 9)	158
		* Filtre-pressé (emploi du) pour l'extraction de l'or dans l'Australie occidentale (n° 7)	119
		* Gisements (les) du minerai de fer de Varanger (Norvège) (n° 9)	158
		* Gisements de schistes bitumineux en Angleterre (n° 20)	336
		* Houillères de Douvres : fonçage du puits (n° 20)	336
		* Installations électriques de la Compagnie des mines d'anthracite de la Mure (Isère) (n° 2)	31
		* Lampes électriques portatives de mines (n° 4)	71
		* Machines d'extraction des charbonnages d'Arnim (Silésie) (n° 25)	423
		* Méthodes d'exploitation en Westphalie (n° 13)	224
		* Minerais de zinc (les principaux gisements de) aux États-Unis (n° 24)	399
		* Mines d'argent de Strebrenitz, en Bosnie (n° 17)	288
		* Mines de fer de Janisch-Takilsk dans la presqu'île de Kertch (Russie) (n° 25)	422
		* Origine volcanique du pétrole (n° 11)	192
		* Phisie (la) des mineurs (n° 11)	191
		* Stations d'exhaure à commande électrique (n° 15)	255
		* Utilisation des résineux comme bois de mine (n° 23)	383
		PHYSIQUE INDUSTRIELLE	
		Allumage (nouveaux systèmes d') des becs à incandescence par le gaz. H. GUÉRIN (n° 15)	245
		Appareil régulateur d'humidité (n° 19)	317
		Appareil automatique d'alimentation pour chaudières à vapeur (n° 24)	396
		Appareil universel de mesures géodésiques (n° 25)	411
		Appareil de pointage Grubb (n° 26)	436
		Appareils à sextuple effet pour la production économique de l'eau distillée, à Souakim (Égypte). P. RAULIN (n° 1)	9
		Chaudière marine Miyabara (n° 3)	45
		Chauffage combiné à l'eau et à la vapeur (n° 5)	84
		Chauffage à l'eau chaude, système Brückner (n° 18)	301
		Chauffage à eau chaude à circulation périodique ou continue, système Rouquaud. A. MONTEILHET (n° 21)	343

	Pages
Épurateur d'eau, système Schlichter (n° 8) . . .	133
Expériences sur des cheminées et des échappements de locomotives à l'Université de Purdue (États-Unis). F. BARBIER (n° 12) . . .	201
Explosion d'une chaudière de locomotive à la gare Saint-Lazare à Paris. P. BARDY (n° 10) .	169
Force motrice (la) à l'Exposition de Saint-Louis. Installation des générateurs de vapeur. L. PIAUD (n° 18)	297
Force motrice (la) à l'Exposition de Saint-Louis. Groupe électrogène des Sociétés Delaunay-Belleville et l'Éclairage électrique. Ch. DANTIN. (Planche XXVII.) (n° 26) . . .	425
Froid artificiel (production et applications du). F. COTTAREL (nos 3 et 4)	37, 57
Froid artificiel (production et application du). Entrepôts frigorifiques de Chambéry et de Verdun. F. COTTAREL. (Planche V.) (n° 5) . .	73
Froid artificiel (production et applications du). Fabrication industrielle de la glace. F. COTTAREL. (Planches VI et VII.) (n° 6) . . .	89
Four pour l'incinération des gadoues, dans le quartier de Westminster, à Londres (n° 15) .	253
Galvanisation (procédé de) au gris de zinc (n° 18)	300
Goudronnage (le) des routes. G. ESPITALIER (n° 2)	22
Graisseur-régulateur, système Caloin (n° 21) .	348
Grille à lames de persiennes et à soufflerie de vapeur (n° 9)	149
Humidification des locaux de l'industrie textile. P. RAZOUS (n° 20)	325
Laboratoire d'essais du Conservatoire des Arts et Métiers. Section des machines. A. BOYER-GUILLON. (Planche IV.) (nos 3 et 4) . . .	33, 53
Moteurs à gaz construits par la Société Française de Constructions Mécaniques. Ch. DANTIN (n° 23)	375
Perméabilité à l'eau des peintures à l'huile (n° 22)	364
Radiations (les) bleues, violettes et ultraviolettes. Jacques DANNE (n° 2)	17
Séparation de l'huile des eaux de condensation, par le courant électrique (n° 21) . . .	347
Turbine à vapeur Zoelly (n° 21)	346
*Appareil permettant de suivre la combustion dans les foyers industriels (n° 48)	303
*Brûleurs pour combustibles liquides (n° 7)	120
*Calorifuges pour conduites de vapeur (n° 16)	272
*Carburateurs par pulvérisation (n° 20)	336
*Chaleur spécifique de la vapeur surchauffée (n° 8) .	136
*Chaleur spécifique de la vapeur d'eau surchauffée (n° 15)	256
*Charbons (les) employés en sucrerie (n° 4)	71
*Chaudières fixes (la conduite des) (n° 5)	88
*Chaudières et turbines à vapeur Parsons de l'usine électrique de Neuchâtel Suisse (n° 9)	158
*Chaudières fixes et marines à tirage forcé (n° 14) .	192
*Chauffe méthodique (la) (n° 13)	240
*Combustible (le) sur les chemins de fer russes (n° 19)	320
*Combustion spontanée du charbon (n° 21)	352
*Conduites et orifices de distribution (les) dans les machines à vapeur (n° 1)	16
*Dispositif stroboscopique pour la mesure du glissement des alternomoteurs (n° 24)	352
*Économies dans la chaufferie (n° 17)	288
*Écoulement de la vapeur par les ajutages (n° 18) .	303
*Emploi (l') de la vapeur surchauffée et le réchauffage dans les machines compound de grandes dimensions (n° 10)	175
*Emploi (l') de la vapeur surchauffée dans les locomotives (n° 40)	176
*Étude pratique sur les conduites de vapeur (n° 9) .	158
*Explosions dans les compresseurs d'air (n° 44) . . .	192
*Flamme des combustibles (valeur de la) (n° 3) . . .	48
*Gaz à l'air carburé (n° 2)	31
*Laboratoire d'essais industriels de charbons à l'Exposition de Saint-Louis (n° 24)	400
*Lampes à incandescence (le vide dans les) (n° 14) .	240
*Mesure de la chaleur entraînée par les gaz d'échappement des moteurs à gaz (n° 22)	367
*Moteurs à explosion (action des produits de la combustion sur l'explosion suivante dans les) (n° 4) .	71
*Orifices ménagés utilisation des à la production de la vapeur (n° 13)	255
*Pression industrielle (n° 13)	224
*Réfrigérant tubulaire à circulation d'eau (n° 17) . .	284
*Rendement (le) et l'utilité pratique de la vapeur surchauffée (n° 9)	158
*Rendement comparé des chaudières à foyer intérieur et à foyer extérieur (n° 42)	208
*Séparateurs d'huile, pour les eaux de condensation (n° 6)	104
*Soudure de l'acier (n° 3)	88
*Station centrale d'énergie. Phipps, à Pittsburg, E.-U. (n° 24)	399
*Surchauffe de la vapeur dans les locomotives (n° 23)	383
*Températures mesurées par les méthodes électriques (n° 6)	104

	Pages
Turbine Parsons (la) (n° 4)	70
*Turbine à vapeur Parsons (n° 15)	255
*Turbine à vapeur de 11 000 chevaux (n° 26)	440
*Turbines de Laval (étude sur les ajutages des) (n° 24)	352
*Turbines à vapeur (abaque pour l'étude des) (n° 25) .	423
*Turbines à vapeur (les) en Amérique (n° 25)	423
*Usure des tubes de chaudières en cuivre (n° 9) . . .	158
*Utilisation de la chaleur continue dans la vapeur (n° 8)	136
*Valeur comparée des machines à vapeur et des moteurs à explosion (n° 26)	440
*Vapeur surchauffée (application de la) à des installations médiocres et peu importantes (n° 7) . . .	120
*Ventilateurs pour cubilots (puissance des) (n° 1) . .	72

RÉSISTANCE DES MATÉRIAUX

Détermination géométrique des efforts dans les poutres droites à travées continues. Farid BOULAD (n° 23)	379
Détermination (essais pour la) des forces intérieures dans le béton armé (n° 4)	61
Essais de matériaux à la traction par choc (n° 24)	392
Machine universelle d'essais de 300 tonnes du Laboratoire d'essais du Conservatoire des Arts et Métiers. Pierre BREUIL (n° 9)	137
*Accident (l') du pont Maximilien, à Munich (n° 25) .	424
*Appareil pour déterminer la fragilité des fers profilés (n° 18)	303
*Béton armé recherches sur l'élasticité du ou non armé (n° 9)	159
*Calcul de la résistance des poutres en béton armé (n° 9)	159
*Calcul des courroies en caoutchouc (n° 10)	176
*Crochets d'attelage et de suspension (nouvelle théorie des) (n° 25)	423
*Détermination optique de la position des fibres neutres dans les matériaux de construction (n° 2) . . .	32
*Essai des matériaux par la méthode de Brinell (appareil pour l') (n° 3)	48
*Essai des bandages en acier (n° 25)	423
*Essais de cintrage de poutrelles laminées ou rivées (n° 9)	158
*Essais des aciers à la traction (n° 9)	159
*Essais de tôles d'une chaudière ayant fonctionné pendant plus de trente-cinq ans (n° 2)	32
*Essais mécaniques des métaux (n° 25)	423
*Étude (l') graphostatique des poutres en béton ou en béton armé (n° 9)	159
*Études sur la théorie de l'élasticité (n° 9)	159
*Fragilité des tôles de chaudières (influence du traitement thermique sur la) (n° 25)	423
*Lamettes minces entaillées (emploi de) pour l'étude de la fragilité (n° 18)	303
*Machine universelle à essayer, de 300 tonnes, du Conservatoire des Arts et Métiers à Paris (n° 23) . .	384
*Phénomènes du choc (méthode pour l'étude des) (n° 15)	256
*Poutres en béton armé (essais sur les) (n° 23) . . .	384
*Résistance des tôles de fer à la température ordinaire et aux températures élevées (n° 23)	384
*Résistance d'une voûte en béton (épreuves de) (n° 25)	424
*Résistance (la) des meules d'émeri (n° 26)	440
*Stabilité (la) des charpentes (n° 4)	72
*Théorie des câbles métalliques (n° 18)	303
*Viaduc métallique d'Éggenburg (Autriche) (essais du) (n° 4)	72

SCIENCES

Origines alimentaires de l'arsenic normal chez l'homme (n° 12)	204
Permanence des formes cristallitiques dans les cristaux (n° 16)	268
Radiations (les) bleues, violettes et ultraviolettes. Jacques DANNE (n° 2)	17
*Conservation et utilisation de l'énergie (n° 21) . . .	352
*Distribution (la) des éléments chimiques dans l'écorce terrestre (n° 9)	156
*Idées anciennes et modernes sur la voie lactée (n° 25)	424
*Laboratoire cryogénique de Leyde (Hollande) (n° 7) .	120
*Pendule de Foucault (le) (n° 18)	303
*Radioactivité et matière (n° 10)	176
*Télescope géant de l'Observatoire de Yerkes, à Williams Bay (Wisconsin, E.-U.) (n° 18)	304

STATISTIQUE

Éclairage (l') public à l'acétylène, en Allemagne (n° 10)	172
Répartition (la) des automobiles et bicyclettes, en France. V. TURQUAN (nos 10, 11 et 12) . . .	166, 182, 197

SOCIÉTÉS SAVANTES ET INDUSTRIELLES

Académie des Sciences. Extraits des comptes rendus des séances.

Séance du	25 avril	1904	(n° 1)	Pages
—	2 mai	—	(n° 2)	30
—	9 —	—	(n° 3)	46
—	16 —	—	(n° 4)	63
—	24 —	—	(n° 5)	86
—	30 —	—	(n° 6)	102
—	6 juin	—	(n° 7)	118
—	13 —	—	(n° 8)	134
—	20 —	—	(n° 9)	151
—	27 —	—	(n° 10)	174
—	4 juillet	—	(n° 11)	190
—	11 —	—	(n° 12)	206
—	18 —	—	(n° 13)	222
—	25 —	—	(n° 14)	238
—	1 ^{er} août	—	(n° 15)	254
—	8 —	—	(n° 16)	270
—	16 —	—	(n° 17)	286
—	22 —	—	(n° 18)	302
—	29 —	—	(n° 19)	318
—	5 septembre	—	(n° 20)	334
—	12 —	—	(n° 21)	350
—	19 —	—	(n° 22)	366
—	26 —	—	(n° 23)	382
—	3 octobre	—	(n° 24)	398
—	10 —	—	(n° 25)	414
—	17 —	—	(n° 26)	438

Société des Ingénieurs civils. Extraits des comptes rendus des séances.

Séance du	15 avril	1904	(n° 1)	Pages
—	6 mai	—	(n° 3)	46
—	20 —	—	(n° 5)	86
—	3 juin	—	(n° 7)	118
—	20 —	—	(n° 9)	151
—	1 ^{er} juillet	—	(n° 12)	206
—	14 octobre	—	(n° 25)	414

TÉLÉGRAPHIE ET TÉLÉPHONIE

Récepteur télégraphique électro-capillaire Or-ling-Armstrong (n° 23)	380
Télégraphes électriques pour la transmission des signaux à bord des navires. L. RAMAKERS (n° 8)	130
*Appareils télégraphiques à impression, système Steljes (n° 4)	72
*Appareils les télégraphiques et téléphoniques en usage dans les chemins de fer allemands (n° 9) . .	159
*Appareils téléphoniques employés par les chemins de fer prussiens (n° 20)	336
*Câble sous-marin (le) de Manille à San-Francisco (n° 8)	136
*Indicateurs électriques de signaux, système Thiermann (n° 9)	159
*Télégraphie électrique dans le Sud-Algérien (n° 23) .	384
*Télégraphie sans fil (essais d'application de la) aux trains de chemins de fer (n° 9)	159
*Télégraphie sans fil (la) (n° 18)	304

TRAMWAYS

Funiculaire (le) de La Bourboule (Puy-de-Dôme). (Planche XXI.) A. DUMAS (n° 20) . .	321
Rail à patin retourné (emploi du) comme troisième rail (n° 23)	380
Traction par courant alternatif simple, système Winter-Eichberg (n° 23)	369
Tramway électrique avec mécanisme d'adhérence à rail central et roues horizontales, en service à La Bourboule (Puy-de-Dôme). A. DUMAS. (Planche XXVI.) (n° 25)	401
Tramway électrique du Mont-Blanc. Section du Fayet-Saint-Gervais à l'Aiguille du Gouter. (Planche XIX.) G. ESPITALIER (n° 18)	289
Tramways électriques de Toulon. P. CAUFOURIER (n° 16)	257

*Accidents (les) de tramways, leurs causes, leur prévention (n° 9)	159
*Ateliers de réparations de la Pacific Electric Railway Co. (n° 25)	88
*Batteries-tampons pour réseaux de tramways (n° 21)	352
*Construction des tramways à fil aérien (n° 18) . . .	304

	Pages		Pages		Pages
Frein à air comprimé avec réservoir, des tramways de Newark (É.-U.) (n° 18)	304	Port (le) de Valparaiso. Projets d'amélioration et d'agrandissement. (Planche XII.) Ch. DANTIN (n° 11)	177	*Pont du Mont-Blanc, à Genève (la réfection du) (n° 22)	368
*Moyens (les) de transport à Hambourg et à Kiel (n° 9)	159	Port (le) de Haïdar-Pascha (Asie-Mineure) (n° 16)	264	*Pont sur le Merrimac, à Newburyport (É.-U.) (n° 23)	384
*Réglage du service des tramways par téléphone (n° 9)	160	Port de Douvres (agrandissements du) (n° 18)	301	*Pont en béton armé sur la Thur, près de Billwill (Suisse) (n° 24)	401
*Traction électrique par contact superficiel (possibilité commerciale de la) (n° 16)	271	Sas à air du tunnel sous la Harlem River, à New-York (n° 8)	132	*Ponts (les nouveaux) sur le Rhin et le Main, près de Mayence (n° 3)	48
*Trafic marchandises (le) sur les tramways électriques (n° 23)	424	Transbordeur à câble équilibré sur le Zambèze (n° 7)	116	*Ports (les grands) français de l'Atlantique (n° 12 et 13)	256
*Tramways (les) de Canton Akron (n° 9)	160	Tunnel pour piétons et voitures, à Hambourg (n° 19)	315	*Profil minimum des barrages (détermination du) (n° 21)	400
*Tramways (les) électriques de Leicester (n° 9)	160	Usine hydro-électrique (travaux d'installation de l') de la Compagnie Toronto and Niagara Power (n° 26)	432	*Projet d'un pont-route sur le Rhin, entre Ruhrort et Hambourg (n° 9)	160
*Tramways de Saint-Gall à Trogen (Suisse) (n° 24)	400			*Rails pour la circulation des voitures ordinaires sur les chaussées (n° 9)	160
TRAVAUX PUBLICS				*Reconstruction du pont de la Wipplingerstrasse, à Vienne (n° 9)	160
Barrage-réservoir François-Joseph, pour l'alimentation de la ville de Komotau (Bohême) (n° 9)	150	*Abaques pour la détermination des poussées du terrain et des profils des murs de soutènement (n° 23)	424	*Revêtement des tabliers des ponts de chemins de fer avec des tôles, embouties ou non (n° 4)	72
Barrage en béton armé, à Barossa (Australie) (n° 15)	241	*Adhérence (l') des pilotes de fondation au plateau de béton qui les coiffe (n° 9)	160	*Travaux du service des eaux de Troy (New-York) (n° 23)	424
Barrage et réservoirs en béton armé, à Ithaca (New-York, É.-U.) (n° 17)	284	*Arpentage (l') à l'exposition urbaine de Dresde, en 1903 (n° 20)	336	*Tunnel (le) sous l'Hudson, à New-York (n° 10)	176
Conduite en béton armé pour l'alimentation en eau de Jersey City (É.-U.) (n° 1)	13	*Ascenseur hydraulique pour bateaux, sur le Trent Canal, à Peterborough (Canada) (n° 22)	367	Tunnel du Simplon (l'état actuel des travaux du) (n° 23)	416
Goudronnage (le) des routes. G. ESPITALIER (n° 2)	22	*Barrage en bois de la Penobscot River (États-Unis) (n° 22)	368	*Tunnels sous-marins (n° 15)	256
Granit-asphalte (le) et les chaussées en asphalte armé. L'Colonel G. ESPITALIER (n° 26)	434	*Barrage de la Chattahoochee, près d'Atlanta (É.-U.) (n° 19)	320	*Viaduc sur le Birsig, à Bâle (l'élargissement du) (n° 4)	72
Lutte contre la poussière par l'arrosage des routes à la westrumite. Docteur GUGLIELMINETTI (n° 6)	98	*Barrage en terre, de Clinton (É.-U.) (n° 24)	400	*Viaduc d'approche du pont Mingo, sur l'Ohio (É.-U.) (n° 18)	304
Pont en béton armé, à Soissons. RIBOUD (n° 7)	110	*Bassin en eau douce de la Charles River, à Boston (États-Unis) (n° 26)	440	DIVERS	
Pont sur le Trent (reconstruction du) de la Compagnie du Midland Railway (Angleterre). (Planche XI.) (n° 10)	165	*Canalisation (la) de la Moselle et de la Sarre (n° 8)	136	Baromètre altimétrique enregistreur de poche (n° 11)	187
Pont suspendu Elisabeth, à Budapest. (Planche XXV.) A. BIDAULT DES CHAUMES (n° 24)	385	*Correction des torrents (la) dans la région de l'Elbe supérieure (n° 1)	16	Calibre pour le tracé des hexagones (n° 23)	381
Ponts sur le Nil, au Caire (les nouveaux) (n° 4)	62	*Désaggrégation d'un sable aurifère aggloméré, au moyen d'explosifs (n° 19)	320	Inauguration du monument à la mémoire de Pasteur, à Paris (n° 12)	203
Ponts (les nouveaux grands) sur l'East River, à New-York. (Planches XIV et XV.) G. RICHOU (n° 13 et 14)	209, 225	*Drague à cuiller et à succion pour le canal de Tampico (Mexique) (n° 6)	104	Passerelle mobile du port de Douvres (n° 20)	332
Ponts (les) du Haut-Ogooué dans le Congo français. (Planche XVIII.) Lieutenant-colonel GISCLARD (n° 17)	279	*Éclusage des bateaux à Prerau, sur le canal du Danube à l'Oder (n° 4)	72	Photographie de dimensions exceptionnelles (n° 25)	412
		*Établissements maritimes d'Anvers (n° 23)	424	*Fusils à chargement automatique (n° 20)	334
		*Gazonnage des talus (n° 9)	160	*Mitrailleuse automatique Bergmann (n° 23)	382
		*Phare (le) du cap Beachy (Angleterre) (n° 2)	32	*Tempêtes de sable sur les lignes du chemin de fer russo-asiatique (n° 18)	304
		*Pont (le) du Fraser (Colombie britannique) (n° 9)	160	*Transport du minerai aux États-Unis (moyens employés pour le) (n° 8)	136
		*Pont (construction du) sur la Monongahela River, à Pittsburg (É.-U.) (n° 4)	72		

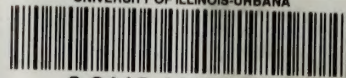
PLANCHES

Planche I : Matériel roulant des trains directs du Transsibérien (n° 1).	Planche XI : Reconstruction du pont sur le Trent, de la Compagnie du Midland Railway (Angleterre) (n° 10).	Planche XX : Nouvelles locomotives compound du Chemin de fer de Ceinture, à Paris (n° 19).
Planche II : Chevalements métalliques et cages d'extraction des mines d'Ély (États-Unis) (n° 2).	Planche XII : Projet d'agrandissement du port de Valparaiso (n° 11).	Planche XXI : Voiture du funiculaire de La Bourboule (n° 20).
Planche III : Usine hydro-électrique de Kykkelsrud (Norvège) (n° 3).	Planche XIII : Laminoir à blindages des Forges nationales de la Chaussade (n° 12).	Planche XXII : Usine de la Société Française de Constructions Mécaniques, à Denain (n° 21).
Planche IV : Installation d'un appareil dynamométrique pour l'essai des automobiles (n° 4).	Planche XIV : Les nouveaux grands ponts sur l'East River, à New-York (n° 13).	Planche XXIII : Pont roulant électrique de 30 tonnes, de l'usine de Denain (n° 22).
Planche V : Entrepôt frigorifique de Verdun pour la conservation des viandes (n° 5).	Planche XV : Les nouveaux grands ponts sur l'East River, à New-York (pont de Williamsburg) (n° 14).	Planche XXIV : Moteur à gaz de 1200 chevaux, construit par la Société Française de Constructions Mécaniques (n° 23).
Planche VI : Fabrique de glace de Vérone (n° 6).	Planche XVI : Machine d'extraction horizontale à deux cylindres (n° 15).	Planche XXV : Le pont suspendu Elisabeth, à Budapest (n° 24).
Planche VII : Fabrique de glace d'Aix-en-Provence (n° 6).	Planche XVII : Types de maisons ouvrières anglaises (n° 16).	Planche XXVI : Tramway électrique, avec mécanisme d'adhérence, de La Bourboule (Puy-de-Dôme) (n° 25).
Planche VIII : Usine hydro-électrique du chemin de fer de la Jungfrau, à Lauterbrunnen (Suisse) (n° 7).	Planche XVIII : Pont sur la rivière de Labam, dans le Haut-Ogooué (n° 17).	Planche XXVII : Groupe électrogène des Sociétés Delaunay-Belleville et l'Éclairage électrique, à l'Exposition de Saint-Louis (n° 26).
Planche IX : Nouvelles locomotives électriques du chemin de fer de la Jungfrau (n° 8).	Planche XIX : Tramway électrique du Mont-Blanc (n° 18).	

TABLE ALPHABÉTIQUE DES NOMS D'AUTEURS

	Pages		Pages		Pages
BARRIER (F.). — Expériences sur des cheminées et des échappements de locomotives, à l'Université de Purdue (États-Unis) (n° 12)	201	DEBEUL. — Chemin de fer de Liverpool à Southport. Remplacement de la traction à vapeur par la traction électrique (n° 4)	49	PIAUD (L.). — La force motrice à l'Exposition de Saint-Louis. Installation des générateurs de vapeur (n° 18)	297
— Les nouvelles locomotives compound du chemin de fer de Ceinture, à Paris. (Planche XX.) (n° 19)	365	DUMAS (A.). — Le funiculaire de La Bourboule (Puy-de-Dôme). (Planche XXI.) (n° 20)	321	— La force motrice à l'Exposition de Saint-Louis. Installation des machines motrices (n° 25)	403
BARDY (P.). — Explosion d'une chaudière de locomotive à la gare Saint-Lazare, à Paris (n° 10)	169	— Tramway électrique avec mécanisme d'adhérence à roues horizontales et rail central, en service à La Bourboule (Puy-de-Dôme). (Planche XXVI.) (n° 25)	401	RACHOU (Louis). — Entente d'ouvriers pour une diminution concertée de travail (n° 17)	283
BIDAULT DES CHAUMES (A.). — Le pont suspendu Elisabeth, à Budapest. (Planche XXV.) (n° 24)	385	DUSFOUR (J.). — Étude géométrique des versoirs à surface réglée (n° 3)	41	— La computation des pourboires dans le calcul des indemnités d'accidents du travail (n° 4)	59
BIZOT (A.). — La fabrication des plaques de blindage aux Forges nationales de la Chaussade (n° 12)	193	ESPITALIER (Lt-Colonel G.). — Le goudronnage des routes (n° 2)	22	— Le réembauchage des grévistes (n° 14)	234
BOULAD (Farid). — Nouvelle détermination géométrique des efforts dans les poutres droites à travées continues (n° 13)	379	— Le granit-asphalte et les chaussées en asphalte armé (n° 26)	434	L'intoxication saturnine (n° 19)	314
BOURLET (Carlo). — Les bicyclettes : les changements de vitesse; le rétropédalage (nos 8 et 9)	126, 141	— Le tramway électrique du Mont-Blanc. Section du Fayet-Saint-Gervais à l'Aiguille du Goûter. (Planche XIX.) (n° 18)	289	Le couchage du personnel dans les établissements industriels et commerciaux (n° 25)	410
BOYER-GUILLOU (A.). — Laboratoire d'essais du Conservatoire des Arts et Métiers, Section des Machines. (Planche IV.) (nos 3 et 4)	33, 53	— Pour l'histoire de l'aéronautique. A propos d'un livre récent de M. Santos-Dumont. (Correspondance.) (n° 6)	101	— Les bureaux de placement (n° 16)	265
BREUIL (P.). — Machine universelle d'essais de 300 tonnes, du Laboratoire d'essais du Conservatoire des Arts et Métiers (n° 9)	137	— La campagne de 1904 du ballon Lebaudy (n° 22)	362	— Responsabilité des accidents du travail dans les entreprises de transports (n° 20)	331
CARLE (G.). — Pompe à régulateurs automatiques de débit, système Daubron (n° 19)	313	GISCLARD (Lt-Colonel). — Les ponts du Haut-Ogooué, dans le Congo français. (Planche XVIII.) (n° 17)	279	RAMAKERS (L.). — Télégraphes électriques pour la transmission des signaux à bord des navires (n° 8)	130
CAUFOURIER (P.). — Les tramways électriques de Toulon (n° 16)	257	GUÉRIN (H.). — Nouveaux systèmes d'allumage des becs à incandescence par le gaz (n° 15)	245	RAULIN (P.). — Appareils à sextuple effet pour la production économique de l'eau distillée, à Souakim (Égypte) (n° 1)	9
COSTA (Joseph). — Élévateur-transporteur électrique (n° 6)	96	GUGLIELMINETTI (Docteur). — La lutte contre la poussière par l'arrosage des routes à la westrumite (n° 6)	98	RAZOUS (P.). — L'humidification des locaux de l'industrie textile (n° 20)	325
COTTAREL (F.). — Production et applications du froid artificiel. (Planches V, VI et VII.) (nos 3, 4, 5 et 6)	37, 57, 73, 89	GUILLET (Léon). — Recherches sur les aciers au tungstène (nos 1 et 2)	7, 27	— L'industrie à domicile et les ateliers de famille (n° 26)	431
COUPAN (G.). — L'Exposition internationale des alcools et des industries de fermentation, à Vienne (n° 17)	273	— Recherches sur les aciers au molybdène n° 15	242	— Utilisation des déchets et sous-produits de l'industrie du délainage (n° 5)	
DANNE (Jacques). — Les radiations bleues, violettes et ultraviolettes (n° 2)	17	— Recherches sur les aciers au titane et à l'étain (n° 20)	327	RIBOUD. — Pont en béton armé, à Soissons (n° 7)	110
DANTIN (Ch.). — La force motrice à l'Exposition de Saint-Louis. Groupe électrogène des Sociétés Delaunay-Belleville et l'Éclairage électrique. (Planche XXVII) (n° 26)	425	HALLIER (A.). — L'éclusement des bateaux, à Prérau, sur le canal du Danube à l'Oder. (Correspondance.) (n° 9)	160	RICHOU (G.). — Les nouveaux grands ponts sur l'East River, à New-York. (Planches XIV et XV.) (nos 13 et 14)	209, 225
— Le port de Valparaiso. Projets d'amélioration et d'agrandissement (n° 11)	177	LEMAIRE (E.). — Le chemin de fer transsibérien. (Planche I.) (n° 1)	1	SCHNERBER (H.). — Appareils de sécurité en usage dans les exploitations minières d'Autriche-Hongrie (nos 6 et 7)	94, 113
— Les nouvelles usines Cail, à Denain Nord. Société française de Constructions Mécaniques. (Planches XXII et XXIII.) (nos 21 et 22)	337, 353	MARRE (Francis). — L'industrie de la schappe (nos 23 et 24)	372, 390	— Effets du froid et de la gelée sur les explosifs industriels en usage dans les exploitations minières (n° 1)	11
— Moteurs à gaz construits par la Société française de Constructions mécaniques. (Planche XXIV.) (n° 23)	375	MONTEILHET (A.). — Chauffage à eau chaude, à circulation périodique ou continue, système Rouquaud (n° 21)	343	— Le remblayage par l'eau dans les mines (nos 13 et 14)	215, 231
		PARENTY (H.). — Jaugeage des conduites d'eau en service. (Correspondance.) (n° 16)	269	— Les nouveaux évite-molettes à l'Exposition d'Arras (nos 25 et 26)	406, 427
		PÉRIN (Louis). — Étude des conditions de prise du plâtre. Prismètre Périn (n° 5)	83	— Nouveaux appareils respiratoires en usage dans les mines (n° 22)	358
				SIDLER (L.-J.). — Le chemin de fer de la Jungfrau et ses nouvelles locomotives électriques. (Planches VIII et IX.) (nos 8 et 9)	105, 121
				TURQUAN (V.). — Répartition (la) des automobiles et bicyclettes en France (nos 10, 11 et 12)	166, 182, 197
				WAGNER (E.). — Manœuvre électropneumatique des signaux à la gare de Paris-Est (n° 10)	161

UNIVERSITY OF ILLINOIS-URBANA



3 0112 112304859